



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
CENTRO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS,
ADMINISTRATIVAS Y SOCIALES



MAESTRÍA EN DOCENCIA CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

**ADECUACIÓN DEL ALINEAMIENTO CONSTRUCTIVO EN FÍSICA I Y EL USO
DE TIC PARA GENERAR APRENDIZAJE PROFUNDO EN LOS ALUMNOS DEL
CECYT 11**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRÍA EN DOCENCIA CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

P R E S E N T A :

Guillermina Ávila García

DIRECTOR DE TESIS:

M. en C. Jesús González Martínez

Ciudad de México, Septiembre de 2017.



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de México siendo las 11:00 horas del día 8 del mes de agosto del 2017 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de la Tesis, designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CIECAS para examinar la tesis titulada:
Adecuación del alineamiento constructivo en Física I y el uso de TIC para generar aprendizaje profundo en los alumnos del CECYT 11

Presentada por el alumno:

<u>Ávila</u>	<u>García</u>	<u>Guillermina</u>							
Apellido paterno	Apellido materno	Nombre(s)							
		Con registro:	B	1	5	0	7	2	1

aspirante de:

Maestría en Docencia Científica y Tecnológica

Después de intercambiar opiniones, los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISIÓN REVISORA

Director(a) de tesis

M. en C. Jesús González Martínez

Dra. Martha Leticia García Rodríguez

M. en E. Pedro Mendoza Acosta

Dra. Norma Patricia Maldonado Reynoso

M. en C. Noel Angulo Marcial

PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES

Dra. Hortensia Gómez Vega



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
CENTRO DE INVESTIGACIONES
ECONÓMICAS ADMINISTRATIVAS Y
SOCIALES



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de México, D.F. el día 06 del mes de Junio del año 2017, la que suscribe Guillermina Ávila García, alumna del Programa de posgrado: Maestría en Docencia Científica y Tecnológica, con número de registro B150721, adscrita al Centro de Investigaciones Económicas, Administrativas y Sociales (CIECAS), manifiesta que es la autora intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección del M. en C. Jesús González Martínez y cede los derechos del trabajo titulado “Adecuación del alineamiento constructivo en Física I y el uso de TIC para generar aprendizaje profundo en los alumnos del CECyT 11”, al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso de la autora y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección gavilag@ipn.mx. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

Guillermina Ávila García
Nombre y firma de la alumna

Dedicatoria

A Dios, la evidencia suprema de lo invisible.

A mi madre, eres infinitamente mi Bendición, Gracias.

A mi hermano Luis, por su invaluable apoyo y sugerencias extraordinarias que realizó al presente trabajo, la vida muestra de motivación y alegría por siempre.

A mi hermano Giovanni, por sus apreciables sugerencias, observaciones al trabajo, eres ejemplo de motivación a seguir.

A mis hermanitos Lety, Ricardo y Marlen, por el amor, ternura y motivación en mis acciones, por siempre estar allí.

A Iván, por su incondicional apoyo, sugerencias y observaciones de trabajo, pero sobre todo por el gran amor y lealtad que muestra por mí. Gracias.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco de manera muy especial al M. en C. Jesús González Martínez por su tiempo, paciencia, asesoría, orientación, enseñanza, diálogo y colaboración en el desarrollo del presente trabajo. Fueron de gran valor todos los aportes, amplios conocimientos a mi formación tanto personal como profesional.

A la Dra. Liliana Suárez Téllez por sus sugerencias e invitación a curso taller donde se terminó de consolidar parte del aprendizaje presente en este trabajo de investigación sobre todo por la retroalimentación y enseñanzas proporcionadas.

Al M. en C. Noel Ángulo Marcial, por sus sugerencias y enseñanzas durante los cursos que impartió y que consolidaron parte de mi formación, además por sus valiosas aportaciones en el presente trabajo.

A la Dra. Erika Pineda Godoy por su apoyo y amables sugerencias durante el proceso del trabajo y de los estudios de posgrado.

A la Dra. Martha Leticia García Rodríguez por su paciencia, observaciones y correcciones muy valiosas que aportó para este trabajo de investigación.

A la Dra. Norma Patricia Maldonado Reynoso, por su paciencia, observaciones y correcciones y valiosas sugerencias que permitieron integrar este trabajo de tesis.

Al M. en E. Pedro Mendoza Acosta, por las aportaciones y apoyo valiosos que hizo al presente trabajo.

A la Maestra María de la Luz Huerta Ramírez, por todas sus observaciones, apoyo y paciencia en la lectura del presente trabajo, pero sobre todo por su amistad que me brindó desde el inicio de este trabajo.

Al profesor Demetrio Quintero Mármol, por su invaluable apoyo, amplios conocimientos, experiencia y paciencia para la revisión de los ítems desarrollados y aplicados a los alumnos del CECyT 11 del presente trabajo.

A la Maestra María Antonieta Ríos Márquez, directora del Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos No. 11, por el apoyo, confianza y las facilidades para desarrollar el presente trabajo.

A todo el personal administrativo y de control escolar del CECyT 11, por las facilidades en la proporción de datos presentes en este trabajo.

A los alumnos del grupo 3IV11 del semestre 2016B, por su participación y entusiasmo para desarrollar las actividades propuestas. En especial, a: Laura Viridiana Magaña Espinoza, Julio Cesar Hernández Roa, Gerardo Guerrero Ramírez y Becket Hernández Cajero, que son ejemplo de liderazgo y dedicación al estudio.

Al Centro de Investigaciones Económicas, Administrativas y Sociales del Instituto Politécnico Nacional, porque a través de los docentes y personal administrativo brindan un servicio extraordinario con excelente calidad humana que permite la formación integral de sus alumnos.

*La obra maestra más fina es la hecha
por Dios, según los principios de la
mecánica cuántica. . .*

Schrödinger, creador de la mecánica ondulatoria.

ÍNDICE

<i>Siglas</i>	XV
<i>Glosario</i>	XVI
<i>Tablas</i>	XXI
<i>Figuras</i>	XXII
<i>RESUMEN</i>	XXV
<i>INTRODUCCIÓN</i>	1
<i>CAPÍTULO 1. MARCOS TEÓRICO Y CONCEPTUAL: ALINEAMIENTO CONSTRUCTIVO</i>	7
1.1 <i>El alineamiento constructivo y aprendizaje profundo</i>	8
1.2 <i>Delimitación del objeto de estudio: aprendizaje de la Física en el nivel medio superior</i>	14
1.3 <i>Retos del Modelo Educativo en la enseñanza de la Física</i>	16
1.4 <i>Entorno del aprendizaje de la Física en el CECyT 11</i>	21
1.5 <i>Los modelos de la enseñanza con TIC</i>	32
1.6 <i>Aprendizaje profundo e instrumentos de mediación tecnológicas en la enseñanza de la Física</i>	38
<i>CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN, IMPLEMENTACIÓN DEL CAMBIO</i>	41
2.1 <i>Metodología: Aprendizaje – Acción, en la práctica docente</i>	42
2.2 <i>Adecuación del alineamiento constructivo en Física: movimiento en dos dimensiones</i>	48
2.3 <i>Implementación del cambio: El modelo 3P en la enseñanza en la Física</i>	52
2.4 <i>Adecuación de los verbos de la taxonomía SOLO en Física I</i>	61
2.5 <i>Implementación de experimento con el uso de TIC</i>	66
2.6 <i>Análisis de los movimientos en el plano: Tarea de inicio</i>	69
2.6.1 <i>Tarea de inicio: Reactivando los conocimientos previos</i>	71
2.6.2 <i>Estructura y continuidad de la construcción del conocimiento: problema inventado</i> 77	
2.6.2.1 <i>Construcción del conocimiento: actividad del aprendiz</i>	80
2.6.3 <i>Concientización de la construcción del conocimiento</i>	88
2.7 <i>La experimentación fuera del aula con manejo de TIC: el hecho de la actividad</i>	93
2.7.1 <i>La experimentación</i>	96
2.8 <i>Evaluación cuantitativa: resultado de aprendizaje-comentarios</i>	99
<i>CAPÍTULO 3. SUPERVISIÓN DEL CAMBIO. LA EVALUACIÓN COMO PARTE DE LA ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE</i>	104

3.1 Análisis de los resultados: en camino de la mejora continua.....	105
3.2 Análisis de resultados obteniendo aprendizaje profundo.....	107
3.2.1 Equipo 1, en niveles cognitivos superiores de la taxonomía SOLO.....	108
3.2.2 Equipo 2, en niveles cognitivos superiores de la taxonomía SOLO.....	112
3.2.3 Equipo 3, en niveles inferiores de la taxonomía SOLO	118
3.3 Comparación de resultados: niveles cognitivos superiores de los alumnos.....	121
3.4 La evaluación de los resultados del aprendizaje. Evaluación formativa	122
3.5 Evaluación sumativa: evaluación final.....	125
3.5.1 Evaluación continua: el aprendizaje profundo opción idónea	126
3.6 Prueba objetiva: identificando el aprendizaje profundo	131
3.7 Ajuste fino: hallazgo de la retroalimentación	141
3.8 Retroinformación entre docentes: sugerencias y recomendaciones.....	142
<i>Conclusiones</i>	145
Limitaciones de la investigación.....	149
Recomendaciones	151
<i>Bibliografía</i>	152
<i>ANEXOS</i>	156

Siglas

AEA. Actividades de Enseñanza y Aprendizaje.

CECYT. Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos.

CONACYT. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

DEMS. Dirección de Educación Media Superior.

DOF. Diario Oficial de la Federación.

EMS. Educación Media Superior.

ENPECYT. Encuesta sobre la Percepción Pública de la Ciencia y Tecnología en México.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

IPN. Instituto Politécnico Nacional.

OSP. Open Source Physics (<<Física de Código Abierto>>).

PND. Programa Nacional de Desarrollo.

PSE. Programa Sectorial de Educación.

SEP. Secretaría de Educación Pública.

SNB. Sistema Nacional de Bachillerato.

SOLO. Structure of the Observed Learning Outcome (<<Estructura del resultado observado del aprendizaje>>)

TIC. Tecnología de la Información y Comunicación.

Glosario

Aceleración	Es el cambio de velocidad en un cierto intervalo de tiempo.
Alineamiento constructivo:	Es un sistema de enseñanza alineada, el método y la evaluación de la enseñanza con las actividades de aprendizaje establecidas en los objetivos, de manera que todos los aspectos de este sistema están de acuerdo en apoyar el adecuado aprendizaje del estudiante (Biggs, 2010, p. 29)
Aprendiz:	Es la persona que aprende a lo largo de la vida, que encarna un amplio rango de experiencias en sus interacciones con el mundo físico y social, destacando la importancia del contexto sociocultural. (Rivas, 2008, p. 22)
Aprendizaje:	Es la actividad interna del aprendiz, limitándose los medios, instrumentos y personas, profesores incluidos, a ayudarle o facilitarle, desde el exterior, el propio proceso personal de aprendizaje, creando deliberadamente situaciones con las condiciones pertinentes para que el aprendiz procese adecuadamente los estímulos informativos que inciden en sus órganos sensoriales. (Rivas, 2008, p. 23)
Aprendizaje explícito:	Es intencional, se produce con conciencia del aprendiz de la actividad o esfuerzo personal que realiza con el propósito de aprender algo, generalmente contando con la ayuda de otro, como la que inmediata, deliberada y sistemáticamente tiene lugar en una institución escolar (docente en presencia); o bien con la ayuda mediata indirecta (docente a distancia)), mediando un instrumento elaborado para dicha función, como el libro de texto, un programa informático, un folleto de instrucciones u otro producto cultural.
Aprendizaje implícito:	Es incidental, espontáneo, tácito, inconsciente, ocurre constantemente sin que el sujeto tenga el propósito de aprender, ni conciencia de estar aprendiendo.
Aprendizaje profundo:	Es el resultado de una actividad constructiva de modo que la enseñanza es eficaz cuando apoya las actividades adecuadas para alcanzar los objetivos curriculares, estimulando, por tanto, a los estudiantes para que adopten un enfoque profundo en el aprendizaje. Este aprendizaje se caracteriza por incorporar el análisis crítico de nuevas ideas, las cuales son integradas al conocimiento previo sobre el tema, favoreciendo con ello su comprensión y su retención en el largo plazo de tal modo que

pueden, más tarde, ser utilizadas en la solución de problemas en contextos diferentes. (Biggs, 2010, p. 25).

Aprendizaje significativo:

Constituye una forma de aprendizaje consistente en activar experiencias y conocimientos previos con los que se relaciona e integra el nuevo conocimiento, en un proceso que implica atribución de significado o comprensión de conceptos.

Aprendizaje superficial:

En este aprendizaje, el aprendiz memoriza la información como hechos aislados, sin conexión con experiencias previas o con el contexto general. El objetivo central es requiere un nivel bajo de habilidad cognitiva, principalmente a “conocer”. Ello explica el rápido olvido de la materia estudiada al poco tiempo de haber rendido las evaluaciones (Fasce, 2007, p. 7).

Caída libre:

Es un movimiento que se presenta cuando un cuerpo desciende sobre la superficie de la Tierra y no sufre ninguna resistencia originada por el aire, o bien, esta es despreciable.

Cinemática:

Estudio de los cambios de movimiento debidos a una o más fuerzas desequilibradas.

Conocimiento declarativo o proposicional:

Se refiere al saber sobre las cosas o <<saber qué>>. Esos conocimientos de contenidos aumentan gracias a la investigación, no a la experiencia personal. Se trata de un saber público, sometido a reglas de comprobación que lo hacen verificable, replicable y lógicamente consistente (Biggs, 2010, p.63).

Conocimiento funcional:

Se basa en la idea de actuaciones fundamentadas en la comprensión. Estos conocimientos están en la experiencia del aprendiz, que puede poner a trabajar el conocimiento declarativo resolviendo problemas, diseñando edificios, planificando la enseñanza. El conocimiento funcional requiere un sólido fundamento de conocimientos declarativos, al menos en el nivel relacional, pero también implica saber cómo hacer las cosas, cómo desarrollar procedimientos o aplicar destrezas (conocimiento <<procedimental>>), y cuándo hacer estas cosas y por qué (conocimiento <<condicional>>), (Biggs, 2010, p.64)

Conocimiento procedimental:

Está basado de por sí en destrezas y carece de fundamentos declarativos de nivel superior; se trata de seguir a rajatabla las secuencias y acciones, saber qué hacer cuando se presenta una determinada situación, tener las competencias necesarias (Biggs, 2010, p. 64).

Estática:	Estudio de los cuerpos en estado de equilibrio, una condición llevada a cabo por la acción de fuerzas equilibradas.
Laufen:	Palabra escrita en alemán, haciendo referencia al movimiento.
Enfoque de aprendizaje:	Es una manera de abordar un contenido de aprendizaje, la que tanto responde a una intención particular del sujeto como supone un carácter relacional entre el sujeto y el contexto en el cual se desenvuelve. Partiendo pues de esa premisa, el autor sostiene que, en un contexto real de desempeño académico, los alumnos abordan su trabajo de diferentes maneras, las que corresponderían a tres tipos particulares de enfoques: El enfoque profundo y el enfoque superficial. (Entwistle, 1988, p. 71)
Enfoque profundo:	Este enfoque se deriva de la necesidad sentida de abordar la tarea de forma adecuada y significativa. Cuando los estudiantes sienten esta necesidad de saber procuran centrarse en el significado subyacente: en las ideas principales, temas, principios o aplicaciones satisfactorias. En consecuencia, adoptan estrategias que probablemente les ayudará a satisfacer su curiosidad buscando el significado inherente a la tarea. (Biggs, 2010)
Enfoque superficial:	En este enfoque la intención del estudiante se centra únicamente en reproducir las partes del contenido, acepta las ideas y la información pasivamente, se concentra sólo en las exigencias de la prueba o examen, no reflexiona sobre el propósito o las estrategias en el aprendizaje, memoriza hechos y procedimientos de manera rutinaria (Entwistle, 1988, p. 71).
Evaluación formativa:	Es aquella cuyos resultados se utilizan con fines de retroinformación.
Evaluación sumativa:	Es aquella cuyos resultados se utilizan para calificar a los estudiantes al acabar una unidad o para la expedición del título o diploma al final de un programa.
Mecánica:	Rama de la física relacionada con el movimiento o estado de los cuerpos materiales.
Modelo 3P:	Señala los tres puntos temporales en los que se sitúan los factores del aprendizaje: pronóstico, antes de que se produzca el aprendizaje; proceso, durante el aprendizaje, y producto o resultado del aprendizaje (de ahí la denominación de modelo <<3P>>).

Movimiento Rectilíneo Uniformemente Variado:	Es el movimiento donde la velocidad experimenta cambios iguales en cada unidad de tiempo y el valor de la aceleración permanece constante.
Objetivos curriculares:	Son aquellos que se sitúan en el medio, lo que reafirma su carácter central. Se debe consignar de manera correcta y de ellos se derivarán las decisiones acerca de cómo enseñarlos y cómo evaluarlos. Los objetivos se deben expresar en términos de actividades constructivas que con mayor probabilidad llevarán a conseguir resultados deseados del tema o unidad de que se trate (Biggs, 2010, p. 47-48).
Ronning:	Una descomposición de la palabra en inglés de running, haciendo referencia al movimiento.
Retroinformación:	Es una forma que sirve tanto para mejorar el aprendizaje de los estudiantes concretos como para mejorar la enseñanza, utilizando la evaluación formativa con fines de retroinformación.
Tareas de evaluación:	Son las que nos indican si cada uno de los estudiantes satisface los criterios expresados en los objetivos y hasta qué punto los satisface. De esta forma, los objetivos, la enseñanza y la evaluación están organizados, utilizando los verbos de los objetivos como señales para el alineamiento (Biggs, 2010, p. 50).
Taxonomía SOLO:	Estructura de Resultados de Aprendizaje Observables; es el estudio de los resultados de distintas áreas académicas de contenido (Biggs, y Collis, 1982). A medida que los estudiantes aprenden, los resultados de su aprendizaje muestran fases similares de creciente complejidad estructural. Puede utilizarse, por tanto, para definir objetivos curriculares, que describan dónde deben estar operando los estudiantes y para evaluar los resultados de aprendizaje, de manera que podamos saber en qué nivel concreto se están desarrollando (Biggs, 2010).
Tecnología de la Información y Comunicación (TIC):	Es el conjunto de herramientas tecnológicas que conforman la sociedad de la información. Incluye a la informática, el Internet, la multimedia, entre otras tecnologías, así como a los sistemas de telecomunicaciones que permiten su distribución (Servicio Público de Empleo Estatal, 2006)

Tiro horizontal:	Es la trayectoria o camino curvo que sigue un cuerpo al ser lanzado horizontalmente al vacío.
Tiro parabólico:	Es la resultante de la suma vectorial de un movimiento horizontal uniforme y de un movimiento vertical rectilíneo uniformemente variado.
Tiro vertical:	Se presenta cuando un cuerpo se lanza de una manera vertical hacia arriba.
Tracker:	Es un programa gratuito de análisis de video y construcción de modelos, hecho en el ambiente Java del proyecto Open Source Physics (OSP, Física de Código Abierto). Está diseñado para ser usado en la enseñanza de la Física. La modelación en video de Tracker es una nueva y poderosa forma de combinar videos y modelación en computadora.
Velocidad:	Es una cantidad vectorial, siendo el grado de cambio de posición en el tiempo, entendiéndose cambio de posición, como la distancia recorrida.

Tablas

Tabla 1: Campos disciplinares.....	15
Tabla 2: Matrícula inscrita en modalidad escolarizada.....	21
Tabla 3: Aprovechamiento escolar en el centro de estudios.....	22
Tabla 4: Coincidencia en el tiempo en la enseñanza presencial y apoyo en TIC.....	34
Tabla 5: Taxonomía de las tecnologías de la educación.....	36
Tabla 6: Modelos de curso según presencia de TIC.....	37
Tabla 7: Resultados del examen diagnóstico.....	56
Tabla 8: Clasificación de los alumnos con una tendencia hacia el enfoque superficial y profundo.....	65
Tabla 9 Resultados de las herramientas tecnológicas que usan los alumnos para el análisis de: los experimentos.....	69
Tabla 10. Comparación de la solución del “problema inventado” en papel y Tracker.....	83
Tabla 11. Comparación de la solución en Tracker y papel del problema inventado, alumna 2.....	86
Tabla 12. Comparación de la solución en Tracker y papel del problema inventado, alumna 2.....	88
Tabla 13. Porcentajes de cómo aprende la mayoría de la personas.....	94
Tabla 14:Ventajas y desventajas durante la experimentación.....	97
Tabla 15. Datos obtenidos del lanzamiento del cohete, usando Tracker.....	110
Tabla 16. Valores alcanzados durante el recorrido del cohete hidráulico, usando Tracker.....	111
Tabla 17: Porcentajes de cómo aprende la mayoría de la personas.....	121
Tabla 18. Lista de Cotejo para evaluar el problema inicial de “Rooning”.....	124
Tabla 19. Lista de cotejo para evaluar la tarea de los alumnos, posterior a la retroalimentación obtenida por sus compañeros.....	125
Tabla 20. Evaluación progresiva de la actividad de problema inventado y uso de Tracker por los alumnos.....	126
Tabla 21. Evaluación cuantitativa del problema inventado.....	127
Tabla 22. Evaluación progresiva de la experimentación.....	130
Tabla 23. Evaluación por ítems.....	133
Tabla 24. Aspectos no considerados en las actividades realizadas.....	141

Figuras

Figura 1. Mapa curricular de las áreas de formación institucional, científica, humanística y tecnológica básica. (Técnico en Telecomunicaciones del CECyT 11, 2008).	19
Figura 2. Índices de aprovechamiento del CECyT 11, de las cuatro especialidades que se imparten en el CECyT 11	20
Figura 3. Jerarquía de verbos que pueden utilizarse para formular objetivos curriculares	25
Figura 4. Taxonomía SOLO.....	26
Figura 5. Modelo centrado en el alumno	35
Figura 6. Gráfica de Aceleración-tiempo y velocidad-tiempo.....	50
Figura 7. Referenciado al experimento de Galileo Galilei al lanzar un objeto en caída libre.	51
Figura 8. La trayectoria que realizan los proyectiles en un plano.	52
Figura 9. Modelo 3P.....	54
Figura 10. Objetivos curriculares, actividades de enseñanza y aprendizaje con tareas de evaluación no alineadas.....	62
Figura 11. Adecuación de la Taxonomía SOLO, con los resultados del examen diagnóstico.....	64
Figura 12. Construcción de una base de conocimientos interconectados.....	70
Figura 13. Elementos de una circunferencia.....	73
Figura 14. Solución al problema de Ronning.....	74
Figura 15. Adecuación de la Taxonomía SOLO, con los resultados de la tarea de Ronning	76
Figura 16. Adecuación de la Taxonomía SOLO, con los resultados de la tarea del problema inventado.....	78
Figura 17. Representación de los elementos clave del problema inventado por el alumno.	81
Figura 18. Análisis con Tracker del problema inventado por el alumno.....	82
Figura 19. Análisis de datos del problema con el software de Tracker.....	82
Figura 20. Lanzamiento de un objeto desde el techo.....	85
Figura 21. Gráfica de altura contra tiempo del objeto lanzado.	85
Figura 22. Gráfica de la perturbación de la gráfica debido al rebote del objeto.....	85
Figura 23. Trayectoria del lanzamiento de la pelota de tenis, analizado con Tracker.....	87
Figura 24. Representación y gráfica del piloto de carreras, viajando en línea recta.....	89
Figura 25. Gráfica de MRUA	90
Figura 26. Objeto en caída libre y su gráfico	91
Figura 27. Interpretación del movimiento por parte de la alumna	92
Figura 28. Representación del lanzamiento de una piedra	92
Figura 29. Gráfica de tiro parabólico	92
Figura 30. Situación gráfica con Tracker	93
Figura 31. Alumnos haciendo pruebas para el lanzamiento	98
Figura 32. Alumnos realizando las repeticiones del lanzamiento del cohete hidráulico	98
Figura 33. Alumnos ubicando el lugar estratégico para la grabación del lanzamiento	99
Figura 34. Alumnos analizando las pruebas de lanzamiento	99

Figura 35. Evidencia con elementos que se consideran con enfoque superficial.....	100
Figura 36. Evidencia con elementos que se consideran con enfoque profundo.....	101
Figura 37. Adecuación de verbos de la Taxonomía SOLO, logrado por los alumnos de Física	103
Figura 38. Lanzamiento del cohete hidráulico y el análisis con tracker.	110
Figura 39. Gráfica de trayectoria del cohete hidráulico	110
Figura 40. Lanzamiento con botella con agua a ½ de capacidad.	111
Figura 41. Trayectoria del cohete hidráulico, segundo lanzamiento	111
Figura 42. Componentes de velocidad	112
Figura 43. Primer lanzamiento del cohete hidráulico.....	114
Figura 44. Análisis de la trayectoria (equipo 2)	114
Figura 45. Segundo lanzamiento del cohete hidráulico	115
Figura 46. Análisis de la trayectoria del segundo lanzamiento	115
Figura 47. Tercer lanzamiento del cohete hidráulico	116
Figura 48. Análisis de la trayectoria del tercer lanzamiento	116
Figura 49. Cuarto lanzamiento del cohete hidráulico	117
Figura 50. Análisis de la trayectoria del cuarto lanzamiento	117
Figura 51. Gráfica de la trayectoria supuesta por el cohete del equipo No. 3.....	119
Figura 52. Gráfica de una parábola realizada por el equipo de alumnos	120
Figura 53. Perspectivas del profesor y del estudiante sobre la evaluación	123
Figura 54. Integración de los elementos del alineamiento constructivo y las exigencias propias de la unidad de aprendizaje.	129
Figura 55. Evaluación cuantitativa del experimento cohete hidráulico	131
Figura 56. Planos de Galileo	134
Figura 57. Gráfica de resultados obtenidos del ítem 1	135
Figura 58. Velocidad y dirección de un objeto	136
Figura 59. Gráfica de resultados obtenidos del ítem 2.....	136
Figura 60. Movimiento de dos esferas	137
Figura 61. Gráfica de resultados obtenidos del ítem 3.....	138
Figura 62. Tiro parabólico	139
Figura 63. Gráfica de resultados obtenidos del ítem 4.....	140

Anexos

Anexo A. Unidad IV del programa de Física I.....	156
Anexo B. Programa de Física, una adecuación para el logro de niveles cognitivos superiores de acuerdo con la taxonomía SOLO (Nivel Medio Superior).....	157
Anexo C. Manejo y aplicación del programa Tracker	159
Anexo D. Activación mental - Rastreo Numérico	162
Anexo E. Examen Diagnóstico.....	163
Anexo F. Resultados del examen Diagnóstico	164
Anexo G. Red de Competencias.....	165
Anexo H. Instrumento de evaluación al trabajo de experimentación y de proceso de aprendizaje	166

RESUMEN

La presente tesis del programa de posgrado de Maestría en Docencia Científica y Tecnológica, tiene como propósito mostrar los resultados, en relación al aprendizaje profundo de 15 alumnos de la especialidad de telecomunicaciones, ubicados en el área ciencias físico-matemáticas, que cursaron Física I, impartida en el Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos No. 11 del IPN, teniendo como fundamento el “alineamiento constructivo”, partiendo de enfatizar la buena enseñanza, que consiste en la adecuación de la planeación didáctica que alinea las actividades de aprendizaje, objetivos curriculares y tareas de evaluación con el fin de lograr niveles cognitivos superiores de comprensión en los alumnos.

La metodología utilizada: investigación acción, la cual se estructura por las siguientes fases: *1.-identificación del problema*; la cual inicia con un estudio y análisis reflexivo sobre la enseñanza de la Física I, en el Centro de Estudios, los componentes de la Reforma Integral de Educación Media Superior y el Nuevo Modelo Educativo IPN, documentos que constituyen el marco educativo e institucional, se considera la adecuación del alineamiento constructivo y la integración de TIC para lograr un aprendizaje profundo en los alumnos en Física I; el desarrollo de esta experiencia da continuidad a la siguiente fase de la metodología: *2.-Implementación del cambio*; considera la exploración del problema y de las posibles soluciones, en este caso las actividades de aprendizaje se implementan de manera alineada con el objetivo curricular y las tareas de evaluación, además de considerar el tema de la unidad de aprendizaje que mejor se adecue y permita la integración de TIC, una vez implementado el cambio se continua con la fase *3.- Supervisar el cambio*; donde se hace frente al problema que se exploró y por el cual se decidió la implementación del alineamiento constructivo, es aquí donde se realizan las observaciones de los materiales que utilizan los alumnos, los experimentos, el análisis de los movimientos con el software Tracker, el avance de los aprendizajes alcanzados de acuerdo con los niveles de comprensión de la taxonomía SOLO, para dar continuidad con la siguiente fase de la metodología; *4.- Ajuste fino*, con base a los instrumentos implementados durante

el proceso, es posible hacer modificaciones que permitan la mejora, más aún, en el proceso y esto se logra cuando se ajustan las actividades de aprendizaje propuestas y el seguimiento de las mismas, lo cual permite cerrar con la fase 5.- *el papel del <<crítico amigo>>*, que juega un papel valioso y enriquecedor, en este trabajo dio pauta para que, compañeros de la misma unidad de aprendizaje de una diferente, retroalimentaran desde sus diversas perspectivas, el trabajo llevado a cabo, y con ello obtener información, ya que como docente en el proceso no visualiza.

El enfoque del alineamiento constructivo, tiene como base: la taxonomía SOLO, que facilita una forma sistemática de describir cómo aumenta la complejidad de la actuación de un aprendiz cuando domina muchas tareas académicas y también permite definir los objetivos curriculares que se requiere que el alumno aprenda.

La metodología brinda la oportunidad de combinar la investigación más la acción; la acción más allá de la inercia de implementar actividades, más bien, de la unión de las mismas, para que se lleve a cabo la praxis como una aproximación a la realidad en el aula con los alumnos, una verdadera transformación, no sólo como un cambio que brinde resultados, sino desde la óptica de la reflexión profunda para la mejora continua de la enseñanza y que éste a su vez se vea reflejado en el aprendizaje profundo de los alumnos, como lo muestran los resultados obtenidos a través de la implementación de actividades de aprendizaje con alineamiento constructivo y la integración del uso de Tracker para el análisis de los movimientos realizados por un cohete hidráulico.

Palabras clave

Aprendizaje superficial, aprendizaje profundo, Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), alineamiento constructivo, retroinformación, Tracker.

Abstract

The present thesis of the Master's program in Scientific and Technological Teaching, is intended to show the results, in relation to deep learning of the students who studied Physics I, given in the Center of Scientific and Technological Studies 11, IPN, based on the "constructive alignment" referring to good teaching that consists of the adequacy of the didactic planning that aligns learning activities, curricular objectives and assessments tasks in order to achieve superior cognitive levels of comprehension in the students.

This thesis work is intended to present the results in relation to the learning of 15 students of the specialty of telecommunications, located in the area of physical-mathematical sciences, who attended physics I, in the Center of Scientific and technological Studies 11 of the IPN, taking as a basis the "constructive alignment", starting with emphasizing good teaching, which consists of the adequacy of the didactic planning that aligns learning activities, curricular objectives and assessment tasks in order to achieve higher cognitive levels of understanding of the students.

The methodology: action research, which is structured by the following phases: 1.- *identification of the problem*; which initiates with a study and reflective analysis on the teaching of the physics I, in the center of studies, the components of the Integral Reform of Higher Education and the New Educational Model IPN, documents which constitute the educational and institutional framework is considered the adequacy of the constructive alignment and integration of ICT to achieve a deep learning in students in physics I: the development of this experience gives continuity to the following phase the methodology: 2.- *Implementation constructive alignment*; considers the exploration of the problem and possible solutions, in this case the activities are implemented in a way that is aligned with the curricular objective and assessment tasks, in addition to considering the topic of learning unit that best suits and allows the integration of ICT, once implemented the change is continued with the phase 3.-*Supervise the change*; where it is faces the problem that he explored and by which it was decided the implementation of constructive alignment, this is

where are the observations of the materials used by the students, experiments, analysis of movements with the Tracker software, the advancement of learning outcomes achieved in accordance with the understanding of the SOLO taxonomy to continue with the next phase of the methodology; 4. *fine adjustment*, based on the instruments implemented during the process, it is possible to make modifications that allow the improvement, moreover, in the process and this is achieved when the proposed activities and the follow-up of them same, which closes with the phase 5.- *A colleague in the role of "Critical friend"*, who plays a valuable and enriching role, in this work gave way so that, colleagues of the same learning unit, a different, feedback from their different perspectives, the work carried out, and thus obtain information, since as a teacher in the process does not visualize.

The approach of the constructive alignment, is based on: the SOLO taxonomy, which provides a systematic way of describing how the complexity of the performance of an apprentice increases when it dominates many academic tasks and also allows to define the curricular objectives required the student to learn.

The methodology provides the opportunity to combine research more action; action beyond the inertia of implementing activities, rather, the union of the same, so that praxis is carried out as an approximation to the reality in the classroom with students, a real transformation, not only as a change that will give results, but from the perspective of deep reflection for the continuous improvement of teaching and that this in turn reflected in deep learning of students. And that this in turn is reflected in the deep learning of the students, as shown by the results obtained through the implementation of learning activities with constructive alignment and the integration of the use of Tracker for the analysis of the movements carried out by a hydraulic rocket.

Key words

Superficial learning, deep learning, Information and Communication Technologies (ICTs), constructive alignment, feedback, Tracker.

Los hombres enseñando, aprenden...

Séneca (4 aC, 65 dC)

INTRODUCCIÓN

El auge de la sociedad de la información está transformando los modos de organizar el aprendizaje y también la forma de transmitir el conocimiento. El panorama actual de la educación muestra la necesidad de mejorar y renovar los procesos de enseñanza y aprendizaje, además de atender de manera inmediata la incorporación efectiva de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) como mediadoras de los procesos de aprendizaje, que permitan a los alumnos obtener aprendizaje profundo.

En el aprendizaje de las ciencias, juegan un papel fundamental los conocimientos previos de los alumnos, por lo que es necesario profundizar en sus estructuras cognitivas para enriquecer y fomentar el aprendizaje profundo. El punto de partida es la toma de conciencia y reconocimiento de las relaciones entre los modelos interpretativos que les proporciona la Ciencia y sus propias concepciones alternativas. Con la aplicación de sus conocimientos previos, el alumno estará en posibilidad de ir más allá de un enfoque superficial si se ocupa de actividades de aprendizaje que exijan mayores niveles cognitivos lo que se conoce como un enfoque profundo, la enseñanza de la Física en el centro de estudios, por ser una escuela de área físico-matemáticas, es la base de la formación en el área de ingeniería por lo que genera constantemente el conocimiento y saberes previos propios que acerquen a los alumnos a un enfoque profundo, alcanzando los niveles más altos de comprensión conforme a los niveles que establece la taxonomía SOLO (Estructura del Resultado de Aprendizaje), pues uno de los objetivos del trabajo es lograr que los alumnos <<comprendan>> lo que se les enseña, y para ello se debe clarificar los diferentes niveles de comprensión, convirtiéndolos en objetivos curriculares, que permitirán que los alumnos se apropien de los contenidos y nivel de la unidad. El reto consiste, en concebir nuestros objetivos de enseñanza en términos que se refieran a la activación de la comprensión de los alumnos, en vez de su mera declaración verbal. Lo anterior hace una combinación entre el aprendizaje superficial que recae en el sistema tradicional y donde no necesariamente se usan las TIC, en segundo lugar, podemos orientar al manejo y

aplicación de las TIC, donde el alumno las utilice como un medio para lograr un aprendizaje profundo.

Aunado a lo anterior, en nuestro país, actualmente, se requieren de transformaciones importantes en el sistema educativo, es por ello que el proceso de la Reforma Integral de Educación Media Superior (RIEMS) fundamenta con bases filosóficas, humanistas y sociales que dieron impulso a la educación pública siguen vigentes y deben inspirar transformaciones. Hoy en día el mundo experimenta un vertiginoso avance del conocimiento que se traduce en cambios tecnológicos y sociales; exigiendo para participar en la sociedad del conocimiento el acceso a la información actualizada y oportuna, pero ello no es suficiente, se requiere de una cultura de aprecio y uso del conocimiento que permita discernir y valorar, formar para la ciudadanía y la solidaridad. Esta cultura se gesta desde la educación básica, se profundiza en la educación media superior y debe ser alentada en estudios superiores. (DOF, 2013-2018).

Una educación de calidad mejorará la capacidad de la población para comunicarse, trabajar en grupos, resolver problemas, usar efectivamente las tecnologías de la información, así como para una mejor comprensión del entorno en el que vivimos y la innovación. Tal y como lo señala el Programa Nacional de Desarrollo (PND), el enfoque consistirá en promover políticas que acerquen lo que se enseña en las escuelas y las habilidades que el mundo de hoy demanda desarrollar para una sana convivencia y el aprendizaje a lo largo de la vida (DOF, 2008).

Por otro lado, con respecto a las competencias docentes, se mencionan las más relevantes para este trabajo de investigación considerando las siguientes: reflexiona e investiga sobre la enseñanza y sus propios procesos de construcción del conocimiento; incorporando nuevos conocimientos y experiencias al acervo con el que cuenta y los traduce a estrategias de enseñanza y aprendizaje; aprende de las experiencias de otros docentes y participa en la conformación y mejoramiento de su comunidad académica; manteniéndose actualizado en el uso de la tecnología de la información y la comunicación; planifica los procesos de enseñanza y de aprendizaje atendiendo al enfoque por competencias y los ubica en contextos disciplinares, curriculares sociales amplios (DOF, 2008b).

Ante lo ya mencionado sobre la Educación Media Superior (EMS) es esencial diseñar estrategias y propuestas para adecuar la planeación de acuerdo con los niveles de comprensión de la taxonomía SOLO, para lograr un aprendizaje profundo, más aún la integración de las TIC para alcanzar la calidad del aprendizaje, contribuyendo a la formación de los alumnos y las propias exigencias de la RIEMS que a su vez incurre al Nuevo Modelo Educativo IPN. Es por ello que la presente investigación tiene como principal objetivo:

Adecuar el alineamiento constructivo en Física I y el uso de TIC para generar aprendizaje profundo en los alumnos del CECYT 11.

En esta investigación, las actividades de aprendizaje serán conjuntadas en la enseñanza alineada basada en la taxonomía SOLO y la integración de las TIC. En este sentido, se establecieron una serie de objetivos específicos que orientaron el desarrollo de la investigación:

- ✓ Analizar las actividades de aprendizaje que como docente utilizo actualmente.
- ✓ Identificar los conocimientos previos que tienen los alumnos, con el fin de integrar en la planeación actividades que fomenten su aprendizaje profundo.
- ✓ Desarrollar actividades de aprendizaje que permitan la relación entre las herramientas tecnológicas y materiales didácticos para la experimentación en el estudio de la Física y lograr un aprendizaje profundo.
- ✓ Implementar actividades de aprendizaje que usen Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) o bien el uso de materiales didácticos para lograr un aprendizaje profundo en la unidad de aprendizaje Física I.

La implementación del alineamiento constructivo, consistió en la adecuación del plan y programa de estudios de la unidad de aprendizaje: Física I, partiendo del establecimiento de los verbos en un formato de taxonomía SOLO, para después elaborar las actividades de enseñanza aprendizaje (AEA), con la integración del

instrumento de mediación *Tracker*, software que permite el estudio de variables físicas, gráficos y tabulaciones de una manera interactiva; para observar los niveles de comprensión alcanzados por los alumnos, elaboración de instrumentos mediante los cuales se registrarán mediciones de la sesión expositiva y experimental, y de esta manera obtener resultados de evaluación y determinación del aprendizaje obtenido por los alumnos.

Desde el ámbito de esta investigación, se adopta la idea del paradigma socio-crítico, partiendo de la auto-reflexión, planteándonos por qué y para qué de la situación, una vez analizada esta realidad, que en esta investigación es generar el aprendizaje que logran los alumnos a través de los niveles de comprensión de la taxonomía SOLO, llevando a cabo la implementación de estrategias, procedimientos y pautas determinadas que se utilizan en función de la metodología aprendizaje-acción que surge a partir de la práctica reflexiva del propio ejercicio docente y en asegurarse que los cambios se efectúan en la dirección correcta; concretamente en que los alumnos aprendan de la mejor manera de cómo suelen hacerlo.

Las primeras reflexiones permiten la revisión de bibliografía de autores predominantes en el área del aprendizaje, así como las teorías y es precisamente el enfoque profundo que menciona Biggs (2010), el que integra una transformación de la buena enseñanza adecuándola a conseguir que la mayoría de los alumnos utilicen los procesos de comprensión del nivel cognitivo superior mediante la propuesta de la taxonomía SOLO (aplicado a contenido concreto de la cinemática donde se especifican los objetivos, actividades y verbos adecuados a los propuestos en el plan y programa de estudios del CECyT), porque en el centro de estudios tenemos matriculados alumnos con características de académicos y no académicos; siendo los académicos, los alumnos que se interesan por investigar más y que ya se encuentran motivados para estudiar y avanzar sin la necesidad de un profesor; mientras que los no académicos, no muestran tanto interés y sólo tienden a la memorización para aprobar la unidad de aprendizaje.

Los resultados de este trabajo de tesis, se obtuvieron, siguiendo la metodología, aprendizaje-acción, la cual sigue un modelo espiral en ciclos sucesivos, que en este caso fue variando conforme avanzamos en el proceso de la investigación.

El proceso se conforma de fases que se originan a partir de la reflexión acerca de la situación o problema, continuando con plantear qué hacer, siguiendo con la implementación de la adecuación al contexto, avanzar con la evaluación de los efectos que tiene, y después de reflexionar sobre esos efectos, retroalimentar para actualizar y mejorar los resultados y así sucesivamente, para convertirse en un proceso de mejora continua, en el que se originen innovaciones en la práctica docente.

En este sentido, la estructura de este trabajo de tesis se conforma de tres capítulos, conclusiones y anexos que permiten observar resultados desagregados, que sustentan los argumentos.

El capítulo 1. Marcos: teórico y conceptual, que enmarca la presente investigación considera, el marco teórico y conceptual, la fundamentación teórica del alineamiento constructivo propuesto por Biggs, continuando con la problemática que enfrenta la enseñanza de la Física en el nivel medio superior, que incluye el contexto de la educación en nuestro país, la RIEMS, el Nuevo Modelo Educativo IPN, y las propias exigencias del CECyT 11, se presenta un esbozo de las TIC como instrumentos de mediación para integrarse a las AEA en el programa de estudios de Física I, en particular, en cinemática, extendiendo las descripciones del movimiento a situaciones en dos dimensiones, empleando las cantidades vectoriales de desplazamiento, velocidad y aceleración, que incluye: el movimiento de proyectiles, el experimento: “cohete hidráulico” que describe la caída libre, tiro parabólico y tiro vertical, el estudio de estos movimientos son importantes para las unidades subsecuentes de Física que van a cursar posteriormente los alumnos.

El capítulo 2. Metodología de la investigación, implementación del cambio; presenta el proceso que se siguió para la adecuación del plan y programa de estudios, considerando el modelo 3P y la taxonomía SOLO, para la buena enseñanza y así alcanzar aprendizajes profundos en la Física.

La adecuación de la planeación se enriquece al llevar a la práctica la implementación del cambio, planteando las actividades que se llevarán a cabo durante el proceso, iniciando con tareas para la recopilación de los conocimientos previos que poseen los alumnos en cuestión de matemáticas básicas que son el

fundamento del aprendizaje en Física; además se hace un análisis de los software que se pueden utilizar en la enseñanza de la Física y de este modo se integra el uso de herramientas tecnológicas para el análisis de movimiento de un objeto (cohete hidráulico) visto como el cambio de posición que experimenta el cuerpo u objeto en el espacio, con respecto al tiempo y a un punto de referencia, donde se varia la distancia de dicho cuerpo con respecto al sistema de referencia y que describe su trayectoria, con ello se refiere al conocimiento declarativo sobre a qué se refiere el estudio del movimiento y la investigación sobre este fenómeno físico, además de incluir el conocimiento funcional, pues el conocimiento de los alumnos son fundamentados en su experiencia mediante la actividad del cohete hidráulico, estos conocimientos se verán reflejados mediante la evaluación que se realiza y se analiza con más detalle en el capítulo 3.

El capítulo 3. Supervisión del cambio; nos permite visualizar el cambio que se ha obtenido y cuál ha sido el avance del aprendizaje de los alumnos, tomando en cuenta el alineamiento constructivo, de las actividades implementadas, el objetivo curricular y las tareas de evaluación. Los resultados en este capítulo son importantes, pues se puede observar si realmente el cambio funcionó o que ajustes finos se pueden realizar para la mejora continua de las actividades. Aquí es donde los alumnos además de experimentar, llevan a cabo un análisis utilizando el software *Tracker* para describir el movimiento del cohete hidráulico y las trayectorias que siguió el objeto ubicando los marcos de referencia y el estudio de los tipos de movimiento que se llevaron a cabo.

En la sección de conclusiones se presenta: la evaluación que arroja el fortalecimiento de las actividades de aprendizaje, comprobando así; los niveles cognitivos de comprensión de mayor nivel que lograron los alumnos en la aplicación del alineamiento constructivo para una unidad de trabajo en Física I, también se muestran algunas limitaciones y recomendaciones que se encontraron a lo largo del desarrollo de éste trabajo.

CAPÍTULO 1. MARCOS TEÓRICO Y CONCEPTUAL: ALINEAMIENTO CONSTRUCTIVO

“El conjunto de simetrías de una mesa cuadrada consiste en cuatro elementos que se corresponden a los ángulos 90, 180, 270 y 360. Cada rotación lleva a una de las esquinas. Una de estas rotaciones es especial: la rotación a 360 grados es la misma que la rotación a 0 grados”

*Pareciera que no hubo cambio, pero en realidad si lo hay,
Hubo una rotación a 360 grados.*

Este capítulo aborda en el primer apartado, las definiciones de aprendizaje desde el punto de vista de varios autores, integrando el concepto en el contexto de un enfoque superficial y profundo, que dan pauta al alineamiento constructivo. También se considera los marcos referenciales de la enseñanza de la Física en México, en el nivel medio superior del IPN, tomando en cuenta la reflexión profunda en la enseñanza propia del docente, la cual conlleva a un análisis del proceso de aprendizaje del alumno en la unidad de aprendizaje Física, integrando de manera fundamentada la integración de las TIC, que se requiere en la enseñanza para alcanzar los niveles de comprensión para el tema de cinemática, en apego a la RIEMS y, al plan y programa de 2008 del Centro de Estudios, que permite la implementación y diseño de actividades de aprendizaje que consideran una enseñanza alineada que incluye el modelo 3P en la enseñanza de la Física.

1.1 El alineamiento constructivo y aprendizaje profundo

La persona que aprende se denomina aprendiz y de este modo las personas adquieren conocimientos de las cosas y el comportamiento respecto de las mismas. El sistema humano de aprendizaje está activo en todo momento. Desde el nacimiento, a lo largo de la vida, y hasta el final de la misma, en los seres humanos se producen distintos procesos de aprendizaje, con resultados diversos, aunque coherentes, el término aprendizaje se emplea para denotar el proceso y también el resultado del mismo, el cambio que resulta del proceso de aprendizaje se denomina también aprendizaje (Rivas, 2008, p. 22).

El aprendizaje está presente a lo largo de la vida del individuo, por ello que el proceso es importante analizar, así como las competencias que tienen que desarrollar los individuos con base a las nuevas herramientas tecnológicas que van surgiendo.

Aprendizaje según Biggs (2010), es una forma de interactuar con el mundo. A medida que aprendemos, cambian nuestras concepciones de los fenómenos. Considerando que la educación tiene que ver con el camino conceptual y no sólo con la adquisición del conocimiento. Se consideran varias teorías para lograr aprendizajes significativos propuesto por Ausubel (1983), que es uno de los

precursores de la teoría, donde el aprendizaje está centrado en el sujeto que aprende, concebido básicamente como un ente procesador de información, capaz de dar significación y sentido a lo aprendido. De aquí se desprende la noción de aprendizaje significativo, la cual va a marcar un cambio fundamental en cuanto a la concepción de ese proceso. Ausubel (1963) señala que el aprendizaje significativo es el mecanismo humano por excelencia para adquirir y almacenar la inmensa cantidad de ideas e información representadas en cualquier campo de conocimiento; es el proceso mediante el cual una nueva información (un nuevo conocimiento) se relaciona de manera no arbitraria y sustantiva (no literal) con la estructura cognitiva de la persona que aprende.

La diferencia fundamental entre aprendizaje mecánico o automático (repetitivo o memorístico) y aprendizaje significativo se encuentra en la posibilidad de relación con la estructura cognitiva. En consecuencia, la variable fundamental para el aprendizaje significativo es el conocimiento previo, es decir, la estructura cognitiva del estudiante. Ausubel (1983), enfatiza el método expositivo y el aprendizaje en su nivel más elevado, es decir, a través del lenguaje verbal; otorga más importancia a la dimensión informativa que a la formativa y a los aspectos reproductivos más que a los productivos. Las personas aprenden mediante la organización de la nueva información, ubicándola en sistemas codificados.

Por otro lado, la investigación comprende también el estudio de los aprendizajes tanto implícito y explícito, dos grandes modalidades de aprendizaje, que se producen en situaciones y condiciones distintas, con características diferenciales y rasgos comunes, cuyos resultados se interrelacionan en forma constante, a veces de modo intenso (Pozo, 2003b).

El aprendizaje implícito, incidental, espontáneo, tácito, inconsciente, ocurre constantemente sin que el sujeto tenga el propósito de aprender, ni conciencia de estar aprendiendo. Encarna un amplio rango de experiencias del aprendiz, en sus ordinarias interacciones con el mundo físico y social, destacando la importancia del contexto sociocultural, que Vigotsky analizó de modo agudo y fecundo (Rivas, 2008, p. 22). El aprendizaje explícito, intencional, se produce con conciencia del aprendizaje de la actividad o esfuerzo personal que realiza con el propósito de aprender algo,

generalmente contando con la ayuda de otro, como la que inmediata, deliberada y sistemáticamente tiene lugar en una institución escolar (docente en presencia); o bien con la ayuda mediata, indirecta (docente a distancia), mediando un instrumento elaborado para dicha función, como el libro de texto, un programa informático, software de aplicación para una mejor interpretación de la experimentación, un folleto de instrucciones u otro producto cultural (Rivas, 2008). En este contexto, a lo largo de la historia, han surgido diversas teorías del aprendizaje, entre ellas, las asociativas o conductistas, y cognitivas o constructivas, las cuales "...coinciden en proclamar que aprender implica cambiar conocimientos o conductas precedentes, postulando que el aprendizaje constituye un proceso en que, a partir de las adquisiciones previas, se producen reorganizaciones o reestructuraciones del conocimiento y conducta. Esto es, se trata de cambio o modificación de lo que se sabe y de lo que hace" (Rivas, 2008, p. 24).

La investigación acerca del aprendizaje del alumno tiene su origen en Suecia, con el estudio de Marton y Säljö (1976 a, b) sobre los enfoques superficial y profundo del aprendizaje.

Los términos <<profundo>> y <<superficial>> se utilizan para describir las formas de aprender una determinada tarea y no, como muchos han utilizado posteriormente los términos, unas características de los alumnos.

En el enfoque superficial; los alumnos solo recuerdan algunos datos, pero no comprenden el razonamiento que exponen los autores, que en nuestro caso solo responden o dan solución a los problemas de manera automatizada.

En el enfoque profundo es donde basaremos la investigación, pues se pretende que los alumnos comprendan el significado del procedimiento que los lleva a la solución del problema y además pueden dar una interpretación de los resultados.

El aspecto común más básico es que el significado no se impone ni se transmite mediante la enseñanza directa, sino que se crea mediante las actividades de aprendizaje de los estudiantes; es decir, <<sus enfoques del aprendizaje>>. El bajo nivel cognitivo de compromiso que se deriva del enfoque superficial da unos resultados fragmentarios que no transmiten el significado pretendido, mientras que es más probable que en un enfoque más profundo ayude al alumno a construir el

significado. Por lo que hay que desaconsejar un enfoque superficial y estimular, en cambio, un enfoque profundo, que es la definición de trabajo de la buena enseñanza. Por otro lado, el aprendizaje es una forma de interactuar con el mundo. A medida que aprendemos, cambian nuestras concepciones de los fenómenos y vemos el mundo de forma diferente. La adquisición de la información en sí no conlleva ese cambio, pero nuestra forma de estructurar esa información y de pensar con ella sí lo hace. La educación tiene que ver con el cambio conceptual y no sólo con la adquisición de información. Ese cambio conceptual educativo tiene lugar cuando ocurren los siguientes puntos (Biggs, 2010, p. 31-32):

1. Los alumnos (y los profesores) tienen claro lo que es «apropiado», cuáles son los objetivos y hacia dónde se encaminan.
2. Los alumnos experimentan la necesidad sentida de llegar a la meta. El arte de la buena enseñanza consiste en comunicar esa necesidad allí donde inicialmente está ausente. La «motivación», es un producto de la buena enseñanza, no su prerequisite.
3. Los alumnos se sienten con libertad de centrarse en la tarea, sin tener que guardarse las espaldas. A menudo, los intentos de crear una necesidad sentida de aprender, particularmente mediante pruebas mal concebidas y urgentes, son contraproducentes. En ese caso el juego pasa a ser cuestión de afrontar la prueba y no de comprometerse profundamente con la tarea.
4. Los alumnos pueden trabajar en colaboración y en diálogo con otros, tanto compañeros como profesores. Un buen diálogo suscita las actividades que configuran, elaboran y profundizan la comprensión.

Como se ha mencionado anteriormente el enfoque profundo se deriva de la necesidad de abordar la tarea de forma adecuada y significativa, de manera que el alumno trate de utilizar las actividades cognitivas más apropiadas para desarrollarlas.

Cuando a los alumnos se les genera la necesidad de desear saber, procuran centrarse en el significado subyacente: en las ideas principales: temas, principios o aplicaciones satisfactorias. Por lo que se requiere un sólido fundamento de conocimientos previos relevantes, de manera que los estudiantes que necesitan

saber naturalmente de aprender los detalles, así como de asegurarse que comprenden. Cuando se utiliza el enfoque profundo para realizar una tarea, los alumnos tienen sentimientos positivos: interés, sentido de la importancia, sensación de desafío e incluso euforia; es decir, aprender es un placer.

A lo anterior, es de relevancia señalar las transformaciones radicales ocurridas en la década de los noventa, que significó el creciente número de estudiantes que ingresan a las instituciones escolares, los cuales se caracterizan por diversidades como, edad y experiencia, categoría socioeconómica y antecedentes culturales, además de un menor número de docentes, entre otros factores (Biggs, 2010).

En este sentido, se requería de una transformación en las formas de ofrecer la educación en las instituciones de educación formal, Biggs (2010) expresa:

Yo asumo que la mayoría de los profesores [...] no les interesan tanto las teorías de aprendizaje en cuanto tales como la mejora de su ejercicio docente. Para ello, necesitamos un marco de referencia que ayude a la reflexión: una teoría del aprendizaje de base amplia y bien fundamentada empíricamente y que se traduzca con facilidad a la práctica. (p. 32)

La complejidad de la práctica docente, implica mucho tiempo, en este sentido, acercarse a alguna teoría que permita transformar esa práctica requiere de involucrar diversos recursos, en este sentido, resulta valioso recurrir a opciones que impliquen menor esfuerzo, sin perder objetividad.

La opción que permite, lo anterior, es la adecuación del alineamiento constructivo al programa curricular, en este caso, a la unidad de aprendizaje Física.

Biggs (2010) argumenta

Un buen sistema de enseñanza alinea el método y la evaluación de la enseñanza con las actividades de aprendizaje establecidas en los objetivos, de manera que todos los aspectos de este sistema están de acuerdo en apoyar el adecuado aprendizaje del estudiante. Este sistema se denomina alineamiento constructivo, basado en los dos principios del constructivismo: aprendizaje y alineamiento en la enseñanza. (p. 29)

Una opción viable, aunque dirigida a un nivel superior, pero es posible adecuarlo al nivel medio superior, considerando que es la fase previa y que requiere de ir formando bases que contribuyan a una transición que favorezca a que los aprendizajes superiores contribuyan a la generación de conocimientos y sean aplicados en beneficio de los sectores involucrados.

En este sentido, se adecuará el alineamiento constructivo al programa de la unidad de aprendizaje de física, esto requiere de implementar el modelo 3P del aprendizaje y la enseñanza; es decir desarrollando el modelo lineal de la enseñanza de Dunkin y Biddle (1974) para incluir los enfoques del aprendizaje, con el fin de crear un sistema interactivo. El modelo 3P se ocurre en tres momentos en el proceso de la práctica docente, precisando en lo que ocurre con los aprendizajes, lo que esperamos ocurra con eficiencia y eficacia, llamado pronóstico, después el tiempo en que se llevan a cabo intervenciones mediante actividades de enseñanza y aprendizaje, llamado proceso, y cuando se obtienen los productos o resultados del aprendizaje. Es decir, tenemos el pronóstico, proceso y producto o modelo 3P.

Biggs (2010, p. 46) enfatiza: “El modelo 3P presenta la enseñanza como un sistema equilibrado con el que todos los componentes se apoyan, como ocurre en un ecosistema. Para funcionar del modo adecuado, todos los componentes se alinean entre sí. Un desequilibrio en el sistema lleva al fracaso, en este caso, a una deficiente enseñanza y un aprendizaje superficial. La falta del alineamiento se manifiesta en las incoherencias, las expectativas no satisfechas y unas prácticas lo que predicamos”. Esto, nos indica de la atención máxima al llevar a cabo la adecuación al programa curricular de la unidad de aprendizaje, es decir una mala planeación, implementación y evaluación, podría llevar al fracaso y decepción y lo que ocurre en muchos casos, abandonar la propuesta y continuar con la forma tradicional de la práctica docente.

La adecuación del alineamiento parte de, precisar los niveles de comprensión, establecidos en el programa de estudios o determinado por el docente, para ello, se dispone de la taxonomía SOLO, de la cual se obtiene los verbos que son el punto de partida para elaborar los enunciados con claridad para el docente y principalmente para el alumno; los verbos se convertirán en actividades que se apoyarán de métodos, técnicas e instrumentos, entre ellos las TIC, las cuales desarrollaran los estudiantes, en este caso, se proponen tres tipos de actividades, las controladas por el docente, controladas por los alumnos y las autocontroladas. Los resultados o productos de aprendizaje, se podrán observar a partir de la

implementación de instrumentos para evaluar, que nos permita identificar el cumplimiento de los criterios que conforman los objetivos, y en qué nivel se alcanza. Los aspectos mencionados, se especificarán con mayor detalle en el momento que se esté llevando a cabo la adecuación en la unidad de aprendizaje.

1.2 Delimitación del objeto de estudio: aprendizaje de la Física en el nivel medio superior

Los cursos de Física han estado centrados en el conocimiento de hechos, teorías científicas y aplicaciones tecnológicas. Al sistema educativo se le plantea el reto de formar personas altamente preparadas, y con la flexibilidad de un alto nivel cognitivo para adaptarse a los cambios y la integración de las tecnologías (UNESCO, 2000). De aquí deriva la importancia de tener conocimientos bien afianzados en la física. Desafortunadamente, muchos estudiantes consideran la física como una asignatura complicada, aislada y teórica (Franco, 2011). En el centro de estudios tenemos una población de alumnos que, si bien ha optado por estudiar en el CECyT, no está completamente convencida de continuar en el área de las ciencias y algunos hasta piensan estudiar otras carreras que estén clasificadas en otras áreas de conocimiento.

Para el centro de estudios es de gran relevancia el estudio de la Física pues es una unidad de aprendizaje que está vinculada y relacionada con otras unidades de aprendizaje que permitirán que el alumno forme bases sólidas para su permanencia en el centro de estudios y para niveles superiores de estudios.

Por otro lado, la RIEMS ha sido impulsada por la Secretaría de Educación Pública (SEP) con el objetivo de mejorar la calidad, la pertinencia y la cobertura del bachillerato, tomando en cuenta que el razonamiento al igual que otra habilidad debe ser desarrollada con saberes que se apliquen tanto en la teoría como en la práctica, haciendo énfasis en la Física (DOF, 2008)

En este contexto, la educación media superior (EMS) en México, desarrolla once competencias genéricas, que articulan y dan identidad para la creación de un

Sistema Nacional de Bachillerato (SNB), donde se han modificado las estrategias de enseñanza en las ciencias, para logra un aprendizaje significativo (Competencias genéricas, 2008). Y las competencias disciplinares básicas que se organizan en los campos disciplinares siguientes, que se muestran en la tabla 1.

Tabla 1:

Campos disciplinares

Campo disciplinar	Disciplinas
Matemáticas	Matemáticas
Ciencias experimentales	Física, química, biología y ecología
Ciencias sociales	Historia, sociología, política, economía y administración.
Comunicación	Lectura y expresión oral y escrita, literatura, lengua extranjera e informática.

Fuente: DOF, 2008.

Estas competencias disciplinares básicas de ciencias experimentales están orientadas a que los estudiantes conozcan y apliquen los métodos y procedimientos de dichas ciencias para la resolución de problemas cotidianos y para la comprensión racional de su entorno (DOF, 2008).

Tienen un enfoque práctico se refieren a estructuras de pensamiento y procesos aplicables a contextos diversos, que serán útiles para los estudiantes a lo largo de la vida, sin que por ello dejen de sujetarse al rigor metodológico que imponen las disciplinas que las conforman. Su desarrollo favorece acciones responsables y fundadas por parte de los estudiantes hacia el ambiente y hacia sí mismos.

Competencias (DOF, 2008):

1. Establece la interrelación entre la ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente en contextos históricos y sociales específicos.
2. Fundamenta opiniones sobre los impactos de la ciencia y la tecnología en su vida cotidiana, asumiendo consideraciones éticas.

3. Identifica problemas, formula preguntas de carácter científico y plantea las hipótesis necesarias para responderlas.
4. Obtiene, registra y sistematiza la información para responder a preguntas de carácter científico, consultando fuentes relevantes y realizando experimentos pertinentes.
5. Contrasta los resultados obtenidos en una investigación o experimento con hipótesis previas y comunica sus conclusiones.
6. Valora las preconcepciones personales o comunes sobre diversos fenómenos naturales a partir de evidencias científicas.
7. Hace explícitas las nociones científicas que sustentan los procesos para la solución de problemas cotidianos.
8. Explica el funcionamiento de máquinas de uso común a partir de nociones científicas.
9. Diseña modelos o prototipos para resolver problemas, satisfacer necesidades o demostrar principios científicos.

De acuerdo con las competencias exigidas en la RIEMS (DOF, 2008), en el CECyT 11 del IPN, la enseñanza de la Física pertenece al área Científica, Humanística y Tecnológica Básica del NMS en la rama de conocimiento de ciencias físico-matemáticas, siendo su propósito principal preparar al alumno para que desarrolle competencias, que tiene una concepción del proceso educativo que promueve una formación integral y de alta calidad, orientada hacia el estudiante y su aprendizaje, capaces de combinar la teoría, la práctica y contribuyan al desarrollo sustentable de la nación. Todo ello denota la importancia del estudio de la Física, pues el IPN a nivel superior oferta carreras en el área físico-matemáticas, estos estudios de nivel medio superior permitirán el avance al siguiente nivel de estudios.

Por otro lado, es una de las unidades de aprendizaje con mayor índice de reprobación según datos de control escolar del centro de estudios, considerando que es el primer curso de Física en el tercer semestre y también requiere de los conocimientos básicos de matemáticas para la resolución de problemas.

1.3 Retos del Modelo Educativo en la enseñanza de la Física

En 2004 se consolidó la reforma del bachillerato tecnológico bivalente del Instituto Politécnico Nacional, en el marco del Nuevo Modelo Educativo de esta institución. El Modelo propone una educación centrada en el aprendizaje en la que cada estudiante, con la guía de sus profesores, participa en el diseño de su trayectoria educativa. Con este enfoque se busca dejar de lado la concepción del estudiante como receptor de información y convertirlo en el principal agente de su propio desarrollo. (DOF, 2008).

Considerando este enfoque centrado en el aprendizaje del alumno es que el plan de clase propuesto en esta investigación se orienta al aprendizaje profundo propuesto por Biggs (2010).

En lo que corresponde a la aplicación del Modelo Educativo del IPN en los Centros de Estudios Científicos y Tecnológicos y en el Centro de Estudios Tecnológicos se centra en el aprendizaje mediante procesos educativos flexibles e innovadores y con múltiples espacios de relación con el entorno, que facilite el aprendizaje autónomo (Elementos del Nuevo Modelo Educativo, 2008). En el año 2008, el proceso de la implantación del modelo ha incluido las acciones siguientes: Rediseño de los planes de estudio de los 54 programas educativos que se ofrecen en los 16 centros, y la consecuente elaboración de 537 nuevos programas para las asignaturas. El área de formación institucional, la de mayor peso en el nuevo Modelo, se refiere a aquello que deben compartir todos los estudiantes del tipo medio superior del Instituto, con énfasis en el aprendizaje autónomo y a la construcción del conocimiento, consolidando la formación integral de los estudiantes, al integrar conocimientos, habilidades y destrezas, actitudes y valores, en acciones orientadas al aprendizaje autónomo y colaborativo. (DOF, 2008)

El Modelo Educativo del IPN abarca una visión institucional integral que aprovecha, a partir de la vasta experiencia de su personal académico y de apoyo, los esfuerzos institucionales desarrollados en las Unidades Académicas y en las dependencias centrales incorporando de manera generalizada, enfoques centrados en el aprendizaje, con una correcta adaptación de los sistemas formativos, basados en la introducción de metodologías de enseñanza que otorgan prioridad a la innovación,

a la creatividad y al uso intensivo de las tecnologías de información y comunicación (Nuevo Modelo Educativo, 2004, p. 29).

De acuerdo con la visión institucional; calidad de su oferta y teniendo como principal indicador los niveles de aprovechamiento escolar y la eficiencia terminal, para el bachillerato del IPN, siendo este es uno de los principales temas de interés y trabajo, sobre todo por el reconocimiento que a nivel internacional y nacional se ha ganado por la formación de sus egresados en el área de físico-matemáticas.

El centro de estudios es un plantel del IPN, comprometido con formar técnicos competentes, capaces de investigar e innovar, reproducir con espíritu emprendedor, para contribuir al conocimiento de calidad. Se ofertan cuatro especialidades: construcción, telecomunicaciones, procesos industriales e instalaciones y mantenimiento eléctrico, todas ubicadas en el área físico-matemáticas. El estudio se llevó a cabo en la unidad de aprendizaje Física siendo una de las unidades que conforman el tronco común y la alineación hacia las materias básicas de la institución.

Según Bustamante (2013) en su informe 2010-2012 del IPN precisa que al comparar el ciclo escolar 2009-2010 con el ciclo 2011-2012, hubo un aumento del número de alumnos que terminaron el semestre reprobando de una a cinco materias, entre las que se encuentran las “materias duras” como química, matemáticas y física.

En la figura 1, se muestra las unidades de aprendizaje que los alumnos cursan en los diferentes semestres del bachillerato, donde se encuentran señaladas las unidades de aprendizaje con mayor índice de reprobación, este trabajo se orienta al aprendizaje profundo exclusivamente de Física I, donde se cimientan los conocimientos para los cursos posteriores de Física.

1er. Nivel	2do. Nivel	3er. Nivel	4to. Nivel	5to. Nivel	6to. Nivel
Álgebra	Geometría y Trigonometría	Geometría analítica	Cálculo diferencial	Cálculo integral	Probabilidad y estadística
Filosofía I	Filosofía II	Física I	Física II	Física III	Física IV
Computación básica I	Computación básica II	Química I	Química II	Química III	Química IV
Inglés I	Inglés II	Inglés III	Inglés IV	Inglés V	Inglés VI

Expresión oral y escrita I	Expresión oral y escrita II	Comunicación científica	Dibujo técnico II	Orientación juvenil y profesional III	Orientación juvenil y profesional IV
Desarrollo de habilidades del pensamiento	Biología básica	Dibujo técnico I	Circuitos lógicos combinacionales	Circuitos lógicos secuenciales	Microcontroladores
Historia de México contemporáneo I	Historia de México contemporáneo II	Entorno socioeconómico de México	Electrónica analógica	Telefonía	Redes de datos
Desarrollo personal	Orientación juvenil y profesional II	Medición e instrumentación electrónica	Programación	Radiocomunicaciones	Comunicaciones satelitales
Orientación juvenil y profesional I	Optativa 1	Electrotecnia de corriente directa y corriente alterna	Optativa 3	Optativa 4	Optativa 5
	Optativa 2	SALIDAS LATERALES			
		Electrotecnia y telecomunicaciones			

ÁREA DE FORMACIÓN INSTITUCIONAL	ÁREA DE FORMACIÓN CIENTÍFICA HUMANÍSTICA Y TECNOLÓGICA BÁSICA	ÁREA DE FORMACIÓN PROFESIONAL
---------------------------------	---	-------------------------------

Figura 1. Mapa curricular de las áreas de formación institucional, científica, humanística y tecnológica básica. (Técnico en Telecomunicaciones del CECyT 11, 2008).

Fuente: Datos extraídos de la página de la Dirección de Educación Media Superior.

Como se observa el estudio de la Física inicia en el tercer semestre, donde han cursado unidades de aprendizaje como Álgebra, Geometría y Trigonometría, que son las bases para los temas de Física. Sin embargo, en los procesos de formación se ha observado el aumento en la reprobación en la unidad de aprendizaje Física I. En la figura 2, se muestra los índices de aprovechamiento en un contexto general del CECyT 11.

Unidad académica	APROBADOS				REPROBADOS				ABANDONO			
	Hombres	Mujeres	Total	%	Hombres	Mujeres	Total	%	Hombres	Mujeres	Total	%
CECYT 11 "Wilfrido Massieu"	1483	708	2191	51.26	1263	453	1716	40.15	233	114	347	8.12
Tronco Común	483	257	740	47.22	524	173	697	44.48	90	32	122	7.79
Técnico en construcción	273	163	436	53.50	202	112	314	38.53	35	29	64	7.85
Técnico en Instalaciones y Mantenimiento Eléctrico	194	46	240	35.82	156	35	191	28.51	102	135	237	35.37
Técnico en Procesos Industriales	208	126	334	67.07	196	71	267	53.61	-8	-102	-110	-22.09
Técnico en Telecomunicaciones	325	116	441	60.91	185	62	247	34.12	14	20	34	4.70

Figura 2. Índices de aprovechamiento del CECyT 11, de las cuatro especialidades que se imparten en el CECyT 11

Fuente: Secretaría de Gestión Estratégica de la Dirección de Evaluación del Instituto Politécnico Nacional. 2016

De acuerdo con datos de control escolar, el centro de estudios reporta un promedio aproximado al 60% en Física I, disminuyendo al 40% en el curso de Física II, lo cual concuerda con la estadística general de la institución.

Como retos en el presente trabajo el estudio de la Física, considera los siguientes aspectos: fomento de la curiosidad en los alumnos, motivación para la indagación de los experimentos que realicen, pero sobre todo la capacidad de la observación y la comprobación de lo expuesto teóricamente en los libros, más aún de ser posible el uso de la tecnología para apoyarse a una deliberación más precisa y contundente. La propuesta de este trabajo de tesis; es la puesta en marcha de la efectividad de la planeación sustentada en el alineamiento constructivo y el uso de TIC para lograr un aprendizaje profundo en Física I, en el CECyT 11 perteneciente al IPN.

Por ello, se realizó la elaboración de un plan que integre actividades alineadas con el objetivo curricular y las tareas de evaluación que faciliten el fortalecimiento de las competencias científicas en los estudiantes; así mismo para que adquiera las competencias genéricas del perfil de egreso y disciplinares específicamente en el campo de las ciencias experimentales (véase anexo A), justificándose en el marco de la flexibilidad que nos menciona la reforma integral de educación media superior,

se propone la planeación hacia un alineamiento constructivo adecuando los verbos de la taxonomía SOLO.

1.4 Entorno del aprendizaje de la Física en el CECyT 11

La Física hace énfasis en la formación y desarrollo de habilidades de razonamiento crítico y pensamiento científico, búsqueda de información, de trabajo en grupo y de resolución de problemas, teóricos y experimentales (Plan y programa de estudios del CECyT 11, 2008).

Su enfoque teórico-experimental permite abordar situaciones problemáticas que se le presentan al alumno, en las cuales establece planteamientos, realiza transformaciones elementales de tal manera que reflexiona sobre los fenómenos naturales facilitando los procedimientos empíricos, deductivos e inductivos tanto para la aplicación de las leyes y principios de la Física, así como la solución de problemas relacionados con las temáticas.

En el contexto del CECyT 11, la Secretaría de Gestión Estratégica del IPN, realizó un análisis de los alumnos que ingresan para identificar el porcentaje que no aprueba en las distintas unidades de aprendizaje, incluida Física.

En la tabla 2, se muestra la matrícula que en los 3 últimos años ha albergado el CECyT 11.

Tabla 2:

Matrícula inscrita en modalidad escolarizada en el CECyT 11, por especialidad impartida.

Unidad académica	2014 – 2015	2015 – 2016	2016 – 2017
Programa académico			
CECyT 11 “Wilfrido Massieu”	4,433	4,274	3,833
Tronco común	1,715	1,567	1,441
Técnico en Construcción	798	815	687
Técnico en Instalaciones y Mantenimiento Eléctrico	492	498	412
Técnico en Procesos Industriales	651	670	586
Técnico en Telecomunicaciones	777	724	707

Fuente: Recuperado de la Estadística Básica del Instituto Politécnico Nacional (2017)

Como puede observarse en la tabla 2, en el último renglón en la especialidad de telecomunicaciones, es la población muestra de estudio y es a partir del tercer semestre donde se imparte también la unidad de aprendizaje: física I.

En la tabla 3, se muestra el número de aprobados y reprobados en la unidad académica entre los años escolares 2015-2016.

Tabla 3:

Aprovechamiento escolar en el CECyT 11, correspondiente al período 2015-2016

Unidad académica	Aprobados	Total (%)	Reprobados	Total (%)
Programa académico		Aprobados		Reprobados
CECyT 11 “Wilfrido Massieu” *	2191	51.26	1716	40.15
Tronco común	740	47.22	697	44.48
Técnico en Construcción *	436	53.50	314	38.53
Técnico en Instalaciones y Mantenimiento Eléctrico *	240	35.82	191	28.51
Técnico en Procesos Industriales *	334	67.07	267	53.61
Técnico en Telecomunicaciones ^e	441	60.91	247	34.12

Fuente: Recuperado de la Estadística Básica del Instituto Politécnico Nacional (2017).

Nota. *Sin considerar los porcentajes de abandono escolar, por ello no suman 100%.

La información anterior nos da un aproximado de la reprobación durante el semestre y que, de acuerdo con archivos de control escolar, la reprobación en la unidad de aprendizaje Física I, en el ciclo 2016-2017 donde se atiende una población de 338 alumnos de ambos turnos en la especialidad de telecomunicaciones, de los cuales 140 pertenecen al turno vespertino, donde el 60.71%, que equivale a 85 de los alumnos, reprobaron la unidad de aprendizaje.

En el presente trabajo de tesis, se consideró la metodología de la investigación acción la cual puede aplicarse de manera individual a la práctica pedagógica, además de que el proceso es continuo a lo largo de la vida profesional; consistiendo en la deconstrucción y reconstrucción de la práctica docente, la cual da lugar a una experiencia de colaboración, en la cual todos los participantes (en este caso en conjunto con los alumnos) se constituyen en convalidadores del trabajo, dando paso del saber individual a generalizaciones colectivas, como se pretende una mejora en la práctica docente, interiorizando de manera profunda el aprendizaje de los alumnos se tomó en cuenta un grupo de Física I propio del investigador.

De acuerdo con los datos antes mencionados y el argumento anterior, se observó que el índice de reprobación es mayor en el turno vespertino, por lo que se enfocó la muestra a un grupo de telecomunicaciones del turno vespertino, el cual lo conformaron 20 alumnos de los cuales tres alumnos nunca se presentaron a clase y dos más solo entraban a clase esporádicamente, esperando se arreglará su situación escolar (adeudo de materias), por lo que la muestra fue considerada de 15 alumnos; divididos en equipos de 5 alumnos cada uno.

Esta tesis reúne aspectos que definen como objeto de investigación el aprendizaje de los alumnos en Física de nivel medio superior del Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos No. 11 “Wilfrido Massieu” (CECyT No.11), de inicio se reflexiona acerca de la actual forma de enseñanza y las actividades de aprendizaje que están adquiriendo los alumnos, posteriormente se plantea implementar actividades de aprendizaje con materiales didácticos y donde usen TIC para lograr un aprendizaje profundo en los alumnos, considerando las condiciones de infraestructura existentes en el CECyT 11.

Partiremos de las clases de Física en el CECyT 11, donde se observan dos tipos de alumnos: los cuales les interesan sus estudios y se esfuerzan por hacer tareas, entregar trabajos de la mejor manera posible; y dedican el tiempo para investigar un poco más allá de lo que vieron en la clase, además de cuestionar al profesor acerca de lo que leyeron para poder debatir, lo que les genera aún más el entusiasmo. De acuerdo, con la pregunta realizada a los alumnos: ¿consideras importante el estudio de la Física? se obtuvieron los siguientes resultados, presentando alumnos, que no presentan como prioritario el estudio de la Física por continuar estudiando en niveles superiores; y otros casos sólo les interesa obtener certificado o cambios de escuela en otras áreas que no sea físico-matemáticas.

Algunas respuestas:

- Sólo quiero pasar y ya.
- No me interesa la escuela.
- Pues me agrada, pero no me gusta la teoría.
- Dejan mucha tarea y así no se puede aprender, haces mucha tarea y no se te queda nada.

- No me gusta, pero no me queda de otra la tienes que cursar para sacar el bachillerato.

A continuación, se muestra la orientación del estudiante, método de enseñanza y nivel de compromiso de los estudiantes, con una adecuación de los verbos de la taxonomía SOLO al programa y plan de estudios vigentes del centro de estudios.

Los verbos propuestos por el plan y programa de estudios son los siguientes: señala, realiza, aplica, describe, plantea, determina, *soluciona*, *reflexiona* y *demuestra*, los cuales se pueden considerar dentro de la taxonomía SOLO, tomando en cuenta que son los verbos con más alto nivel de comprensión que indica la taxonomía SOLO (Plan y programa de estudios, 2008).

En la figura 3, se muestra la taxonomía SOLO que propone Biggs (2010) para el alineamiento de los objetivos curriculares, tareas de evaluación y niveles de comprensión.

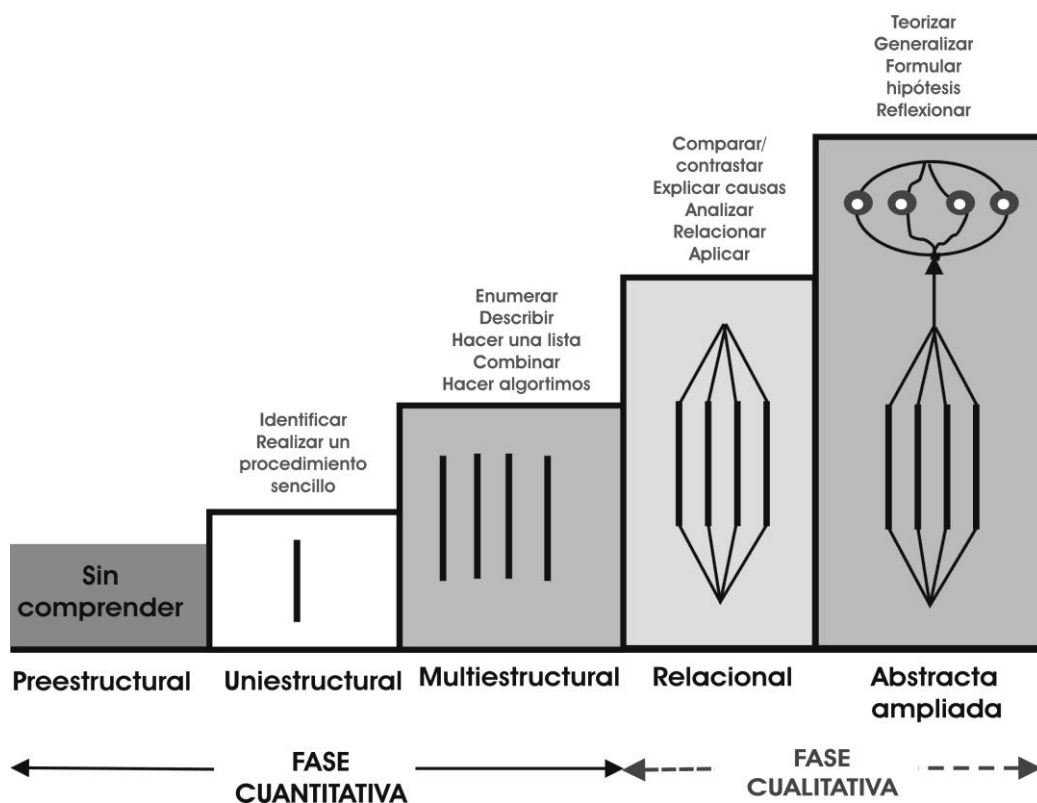


Figura 3. Jerarquía de verbos que pueden utilizarse para formular objetivos curriculares

Fuente: Biggs, J. (2010). Calidad del Aprendizaje Universitario. Ed. Narcea. Madrid España.

En el último nivel de verbos de la taxonomía SOLO no se incluyen los verbos: teorizar, generalizar, formular hipótesis y reflexionar que se proponen en la teoría

del alineamiento constructivo, pues los verbos son de mayor nivel de comprensión y es aplicable para los estudiantes de nivel superior, la taxonomía se adecua con los verbos análogos y en apego al plan y programa de estudios de nivel medio superior.

Como se observa en la figura 4, lo que se pretende es que con una enseñanza basada en el alineamiento constructivo se consiga que la mayoría de los alumnos utilicen los procesos de nivel cognitivo superior que se usan de forma espontánea por los alumnos académicos.

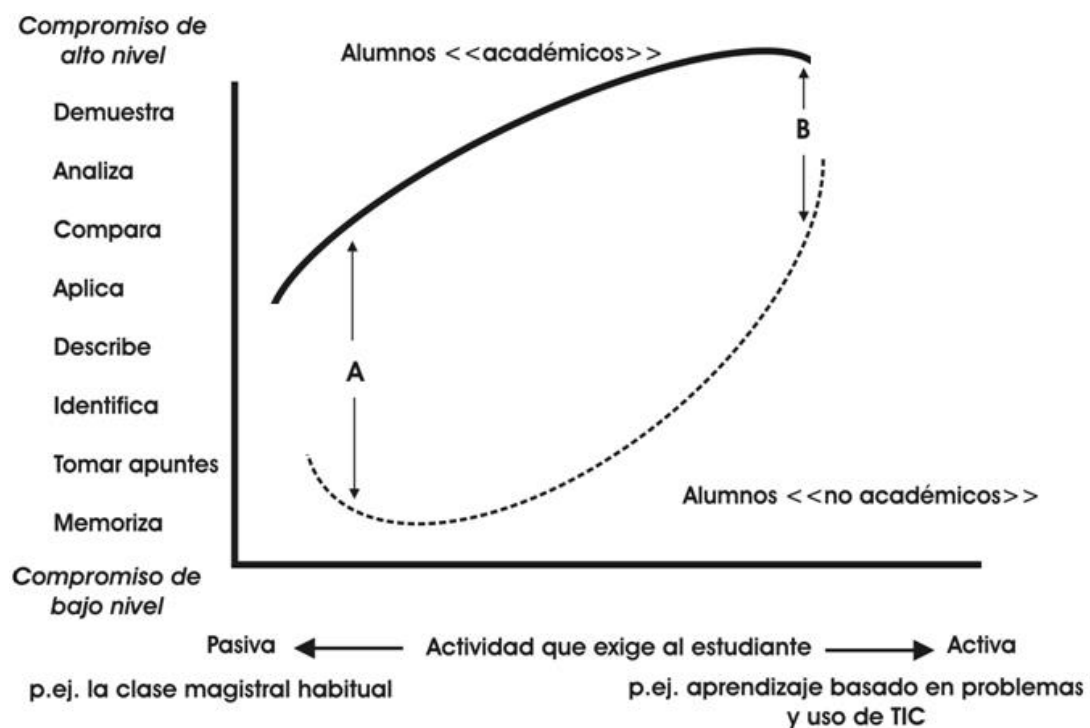


Figura 4. Taxonomía SOLO

Fuente: Biggs, J. (2010). Calidad del Aprendizaje Universitario. Ed. Narcea. Madrid España.

Obsérvese que, en el último nivel cognitivo, se identifica como el máximo propuesto en el plan y programa de estudios (Elizondo, 2013, p. 72).

Además, otras de las situaciones que se presentan en el aprendizaje de la Física con respecto a la comprensión de problemas en Física en educación media superior son (Elizondo, 2013, p. 72):

- × Dificultades para comprender los significados de los datos.

- × Dificultades para identificar los datos relevantes del problema.
- × Dificultades para contextualizar los conceptos de la Física.
- × Dificultades para transcribir al lenguaje matemático los datos del problema.
- × Dificultades por deficiencias en sus habilidades matemáticas.
- × Dificultades para transcribir al lenguaje de la Física los datos de la solución del problema.

Aunado a los problemas mencionados de los alumnos académicos y no académicos, se propone implementar actividades con materiales didácticos y, aplicar y manejar TIC para fomentar: el aprender a aprender e incluyendo las tecnologías en el currículo, proyectando una organización de qué y cuáles TIC utilizar e integrar en la enseñanza de la Física.

Como preámbulo se define el concepto del aprendizaje, el cual se produce necesariamente de forma continua a lo largo de la vida de la persona, constituyendo algo inherente a su propia naturaleza.

La Física es considerada como la más fundamental de las ciencias naturales y a la vez como prototipo de ciencia altamente matematizada, es precisamente este carácter fundamental de la Física, el que determina que su desarrollo haya generado cambios profundos en nuestra vida cotidiana. Basta pensar en la electricidad y sus múltiples aplicaciones -la electrónica, la energía nuclear, por mencionar algunas aplicaciones- y en algunos los descubrimientos y teorías surgidos durante el presente siglo: rayos X, radiactividad (natural y artificial), estructuras nuclear, atómica y molecular, estructura de cristales y metales, relatividad (incluyendo el proceso de transformación mutua de energía y materia), rayos cósmicos, partículas elementales (de las que hoy en día se conocen más de 200), rayo láser, semiconductores (y sus portentosas aplicaciones en las computadoras y la electrónica moderna), superconductividad. Con la Física han sido posibles esencialmente dos factores: por un lado, la simplicidad relativa de los sistemas que estudian -al menos respecto a los sistemas de que se ocupan otras ciencias como la biología o la sociología, por ejemplo-, que le permite profundizar

en su estudio; por otro lado, el método que emplea, caracterizado por una equilibrada conjugación de los procedimientos experimentales y el análisis matemático, que permite realizar profundas síntesis y vastas generalizaciones - como la ley de conservación de la energía-, manteniendo el conocimiento anclado a la realidad (De la Peña, 1979). Es por ello que se considera fundamental el estudio de esta unidad de aprendizaje y además que el aprendizaje sea profundo.

El estudio considera alumnos que cursan el tercer semestre del Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos No. 11, teniendo en cuenta los siguientes datos de identificación de la unidad de aprendizaje: Física I.

Clave: 3FC-FM22

Créditos: 5.62

Rama del Conocimiento: Ingeniería y Ciencias Físico Matemáticas.

Área de Formación Curricular: científica, humanista y tecnológica básica.

Relación con otras asignaturas en el currículo de la institución: geometría analítica, química I, entorno socioeconómico, inglés III, comunicación científica y dibujo técnico I.

Es importante señalar que los conocimientos previos que se requieren para el aprendizaje de la Física son: álgebra, trigonometría y geometría, las dos primeras unidades de aprendizaje cursadas durante los dos primeros semestres, incluidas en el tronco común y geometría analítica cursándola a la par con Física, las unidades de aprendizaje mencionadas son fundamentales para el desarrollo del aprendizaje de la Física.

El álgebra es en realidad una generalización de la aritmética (que los alumnos han estudiado en los cursos de su educación primaria y secundaria), en la cual se usan letras en lugar de números y a partir de ello se pueden establecer fórmulas generales que a su vez éstas funcionan en cualquier número de situaciones. Las situaciones requieren del uso de fórmulas que sean comprensibles a todo alumno.

Trigonometría, específicamente en la del triángulo rectángulo; se requiere que los alumnos calculen las longitudes y los ángulos de las figuras que a su vez le permitirán una mayor comprensión de los vectores, también la importancia del teorema de Pitágoras.

Geometría, conceptos y comprensión del ángulo, rectas paralelas, perpendiculares para la construcción de diagramas de cuerpo libre, propio de la unidad de aprendizaje de Física.

Por ello la importancia de la investigación educativa en el ámbito de la enseñanza de la ciencia, se lleva a cabo, explícita e implícitamente, dentro de un marco teórico proporcionado por la epistemología de la ciencia, las teorías del aprendizaje y la pedagogía, mismas que sugieren al investigador los aspectos a ser estudiados, le señalan los métodos apropiados y le indican las soluciones aceptables (Alvarado, 2010, p. 11).

En este contexto, en un pasado reciente, algunas de las orientaciones predominantes de la investigación educativa en la enseñanza de las ciencias mencionado por varios autores, en diferentes años, han sido entre otras: perspectivas que van desde el punto de vista conceptual asociándose a problemas complejos, además de construir el conocimiento. Por otro lado, dentro del campo de resolución de problemas, se define la interpretación mental para solucionarlos, enmarcando nuevamente el constructivismo a partir del análisis y práctica docente (Alvarado, 2010, p. 12).

Una de las problemáticas a la que nos enfrentamos en el CECyT 11, en la enseñanza de la Física es la tendencia de los alumnos hacia la memorización de las fórmulas para resolver un problema, que apunta a la parte teórica, también otra situación es el descuido de la parte práctica, la que es fundamental, para que el alumno mediante procesos experimentales logre comprender en qué momento aplicar una ecuación y entienda el fenómeno que ocurre.

Por experiencia propia de labor en el CECyT 11, no hay medidas de apoyo específicas para los alumnos con bajo rendimiento en ciencias, pues no existen políticas específicas de atención dirigidas a los alumnos con bajo rendimiento en las materias de ciencias, solo se ofrecen asesorías a los alumnos, a las cuales ellos no asisten, las asesorías por iniciativa propia del docente, con un seguimiento por el área de básicas.

Las técnicas más recomendadas son, los exámenes tradicionales, sean escritos u orales, la evaluación del trabajo de los estudiantes en el aula y la evaluación de su trabajo por proyectos. Resulta interesante destacar, no se puede hacer una distinción clara entre las directrices de evaluación específicas para las ciencias y las generales que pueden aplicarse a todas las materias del currículo; en ambos casos las recomendaciones son similares.

En mi experiencia, en el CECyT 11 donde colaboro, se restringe a dar prioridad al avance programático y a la mecanización de problemas para cumplir la planeación, entonces como consecuencia, se tiende a la memorización por parte de los alumnos enfocándose a un aprendizaje superficial y por ello solo estudian para aprobar la unidad de aprendizaje con una tendencia a usar las “fórmulas”, sólo para la resolución de problemas a manera de “receta de cocina”, pues al cambiar algunas variables en algún problema, los alumnos ya no pueden resolverlo, de acuerdo con los resultados obtenidos en los exámenes departamentales y estadísticas que muestran los resultados de los alumnos.

El alumno está influenciado por comentarios negativos, que finalmente afectan el aprendizaje o deseo de estudiar ciencia, tales como que "son materias duras", "para que me va a servir la ciencia", y otros tantos como el de que creer en los poderes psíquicos, que es lo que muestran los resultados de la Encuesta sobre la Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología en México 2011 (ENPECYT) elaborada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Con lo anterior, se ven aunados los comentarios de la mayoría de la población de alumnos que se encomiendan a un “Dios” para acreditar la unidad de aprendizaje, dejando de lado el aprender y visualizar en qué aspecto me va auxiliar en otras unidades de aprendizaje o finalmente en la formación futura que es una ingeniería (la mayoría de los alumnos cursarán una ingeniería), lo anterior de acuerdo a los comentarios de los alumnos previo a la aplicación de los exámenes.

Los datos de la ENPECYT (2013), asientan que 72.59 por ciento de las personas consultadas confía demasiado en la fe y muy poco en la ciencia; 79 por ciento asegura que la aplicación de la ciencia hace que el modo de vida cambie demasiado

rápido, y 72.24 por ciento reconoce la acupuntura, la quiropráctica, la homeopatía y las limpias como medios para el tratamiento de algunas enfermedades. El estudio se aplicó con la metodología del INEGI en 3 mil 200 viviendas distribuidas en 32 áreas urbanas de México (mayores a 100 mil habitantes), con entrevistas personales a ciudadanos (de 18 a 98 años de edad) elegidos de manera aleatoria; la muestra es representativa del total de habitantes. Debemos implementar una cultura donde se vayan generando nuevas ideas orientadas al estudio reflexivo de la ciencia (ENPECYT, 2013). Este estudio se relaciona con los comentarios que realizan los alumnos del CECyT 11:

[...] al echar a la suerte sus resultados en los exámenes [...]

[...] Esto es del diablo (cuando el docente explica el modelo matemático de un fenómeno físico) [...]

[...] esto es magia (cuando el docente o los mismos alumnos ven un experimento de Física) [...]

Lo anterior, ha permitido que se reflexione sobre la manera que se está “enseñando la ciencia” en este caso experimental, para poder implementar mejoras en la enseñanza y así permitir que el alumno logre un aprendizaje profundo, que sea autocrítico, reflexivo y consciente de su propio aprendizaje.

Por lo anterior, surge la inquietud de implementar como docente de Física una planeación que incluya actividades de aprendizaje para la contribución de la enseñanza de las ciencias que implique contribuir a formar estudiantes en la diversidad, tomando en cuenta aspectos económicos, políticos, éticos, culturales incluyendo el ámbito humanista e integrar las TIC, para que de esta manera se pueda impactar de positivamente en el aprendizaje de los alumnos.

Dado que el conocimiento científico y tecnológico es una de las principales riquezas de las sociedades contemporáneas y un elemento indispensable para impulsar el desarrollo económico y social de un país; la ciencia, la tecnología y la innovación se han convertido en herramientas necesarias para la transformación de las estructuras productivas, la explotación nacional de los recursos naturales, el cuidado de la salud, la alimentación, la educación y otros requerimientos sociales. La ciencia y la tecnología que han surgido en el siglo XXI, permiten y nos obliga a

cambiar con esquemas tradicionales de la enseñanza, no podemos seguir con prácticas pedagógicas de antaño porque nuestros estudiantes están sumergidos en la tecnología.

Por otro lado, el nivel educativo medio superior o bachillerato no se escapa de esta tendencia y necesidad contemporánea, pero ¿realmente esta incorporación y uso de las TIC garantizan una mejora educativa? ¿Son la clave de aprendizajes más exitosos y eficientes entre los alumnos? ¿Los profesores entienden lo que implica el uso de estas tecnologías? ¿Los docentes estamos capacitados para una nueva forma de enseñanza con el uso de TIC? ¿Sabemos usar las TIC? ¿Las aceptan como apoyos o herramientas de su práctica docente? ¿Cómo se apropian los profesores y maestros de las TIC para la enseñanza? ¿Entienden las instituciones y autoridades escolares lo que implica la incorporación de las TIC? ¿Se logrará un aprendizaje profundo en los alumnos con actividades donde usen TIC? Éstas y muchas preguntas surgen sobre el uso de las TIC en el ámbito escolar. Interesante es descubrir que la revisión detallada de la literatura especializada sobre el tema nos lleva a plantearnos la siguiente pregunta y dilema: ¿por qué el uso de las TIC no se ha generalizado en el proceso de enseñanza-aprendizaje del nivel medio superior o nivel bachillerato aun cuando hay evidencias empíricas de sus beneficios? (Ancira y Mortera, 2011, p. 14).

De acuerdo con la enseñanza que se exige de acuerdo con el Nuevo Modelo Educativo, las preguntas que se han planteado anteriormente al uso de TIC y las necesidades propias del centro de estudios, como lo es la incorporación de una hora de clase en otros ambientes, el trabajo de los alumnos requiere del uso de las TIC, con el propósito de integrar el estudio de la Física usando herramientas tecnológicas como apoyo para lograr el aprendizaje profundo, tema que se estudiará con más detalle en el siguiente apartado.

1.5 Los modelos de la enseñanza con TIC

Desde que, en el año 1436 Gutenberg revolucionara el mundo con la invención de la imprenta, han sido numerosos los pasos que el hombre ha dado en su afán por

mejorar sus mecanismos de comunicación y desarrollo. En la actualidad, la aparición y expansión de Internet ha sido el hito que ha guiado el desarrollo de muchos aspectos de nuestra vida diaria y de la sociedad de la información y el conocimiento en la que nos encontramos (Gamiz – Sánchez, 2009, p. 77).

Los desarrollos tecnológicos a través de Internet y de los nuevos bienes culturales digitales, están planteando la confluencia entre la educación y la cultura, promoviendo en esta convergencia, tanto la virtualización de la educación como el desarrollo de las industrias culturales digitales con contenidos y dinámicas educativas de tipo interactivas que nos pudieran permitir hablar del nacimiento de las industrias educativas (Rama, 2004, p. 1).

Para ello, se hablará de la hibridación, la cual parte de una realidad en la que los escenarios de aprendizaje presencial, hacen de ella, en una primera interpretación, el producto de experiencias presenciales de enseñanza-aprendizaje trasladadas a escenarios virtuales, en los que se optimiza el aparato tecnológico y subyacen preguntas sobre las formas de desarrollar, resignificar, reapropiar y presentar estos contenidos. La posibilidad de trasladar contenidos y estructuras pedagógicas del escenario presencial al escenario virtual genera un conjunto de disfunciones de orden didáctico en tanto que la construcción de mensaje, así como el modelo pedagógico adecuado para la circulación de este mensaje se piensa desde la técnica y no desde la mediación (Gamiz-Sánchez, 2009).

Internet cuenta con aplicaciones que tienen muchos beneficios, tal como *e-learning* (traducido generalmente como <<aprendizaje electrónico>>, aunque también se emplean las expresiones <<enseñanza virtual>>, <<aprendizaje on-line>>, <<teleformación>> o <<enseñanza a través de Internet>> (Barberà, 2008). Las Tecnologías de la Información y de la Comunicación han permitido que numerosas organizaciones expandan su brazo formativo a través de la red, un medio eficaz de enseñanza y aprendizaje (Hernández, 2014). Además de la distancia, otra de las características del *e-learning* es la asincronía, es decir, el profesor y los estudiantes pueden no coincidir en el tiempo a la hora de atender sus clases, para lo que precisa un punto de encuentro también marcado por la tecnología. En la tabla 4, se ilustra

la confluencia de los factores temporales y espaciales con relación a la modalidad de enseñanza resultante.

Tabla 4:

Coincidencia en el tiempo en la enseñanza presencial y apoyo en TIC

Confluencia espacio-tiempo		
Coincidencia en el tiempo (sincronía).	Enseñanza presencial (aula convencional).	Teleenseñanza (rediodifusión, televisión, videoconferencia).
No coincidencia en el tiempo (asincronía).	Enseñanza con apoyo de TIC (centro de recursos multimedia, autoaprendizaje).	Enseñanza por correspondencia o en línea/virtual (con tecnología).

Fuente: Barberà, E. (2008). *Aprender e-learning* (Vol. 25). Grupo Planeta (GBS).

En el presente trabajo tomaremos en cuenta la confluencia espacio-tiempo en: coincidencia en el tiempo (sincronía), la enseñanza presencial (aula convencional), también se consideran algunos aspectos de asincronía, que se considera por el uso de las TIC donde los alumnos tienen que analizar algunos videos fuera del aula, no existiendo coincidencia en el tiempo. Lo anterior es la base de los procesos del *e-learning*, aunque éstos también incluyen herramientas de comunicación sincrónica, en la que el profesor y alumnos coinciden en el tiempo, pero no en el espacio (Barberà, 2008).

Se trata de orientar el uso de las TIC en donde el alumno las utilice para lograr un aprendizaje profundo. Con las aportaciones de las TIC que van desde las funcionalidades básicas tales como: acceso a la información, procesamiento de la información y canales de comunicación interpersonal. Además, aportan ventajas como: digitalización de la información, gran capacidad de almacenamiento de la información y el presente trabajo se orienta en tareas de interactividad. (Cabrero, 2011).

La presencia tecnológica en el ámbito educativo, ha modificado considerablemente la concepción de los procesos educativos y su práctica. Además, el segundo fenómeno a considerar es el del aprendizaje a lo largo de la vida (expuesto en el plan y programa de estudios vigentes 2009, enfoque por competencias), se ve fuertemente orientado al auto-aprendizaje, lo que presupone por parte de los alumnos un conjunto de competencias que no siempre se han desarrollado con anterioridad. La incursión de la tecnología de la comunicación en el campo educativo y la ampliación evolutiva del aprendizaje, sea en el ámbito presencial o en el ámbito en línea, comparten la necesidad de contar con uno referentes sólidos con relación al desarrollo de procesos de aprendizaje con apoyos externos. (Barberà, 2008, p. 27)

En este proceso intervienen agentes que influyen en la calidad de este aprendizaje; uno de los más importantes son los alumnos. Lo anterior permite hablar de un diseño y desarrollo instruccional donde la planeación, la preparación y el diseño de recursos y ambientes necesarios permitirán que se lleve a cabo el aprendizaje, más aún que éste sea profundo (Bruner, 1969).

El modelo central debe ser en el alumno tomando en cuenta las actividades de enseñanza y aprendizaje por el alineamiento constructivo, propios de la unidad de aprendizaje en Física I y combinando e-learning, como se observa en la figura 5.

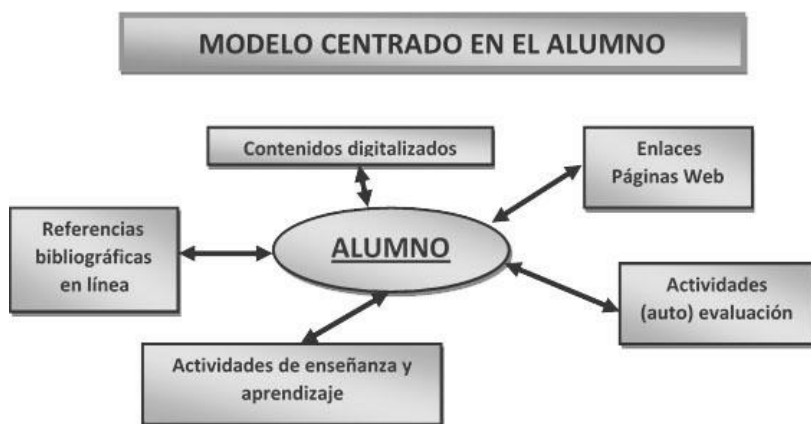


Figura 5. Modelo centrado en el alumno

Fuente: Barberà, E. (2008). Aprender e-learning (Vol. 25). Grupo Planeta (GBS).

Las características principales para el modelo centrado en el alumno son (Barberà, 2008)

- ✓ Construcción de los contenidos.
- ✓ Activismo de los alumnos en el proceso de aprender.
- ✓ Desarrollo del conocimiento experimental.
- ✓ Comprensión parcial de los procesos de enseñanza y evaluación.
- ✓ Énfasis en el proceso y en el aprendizaje por medio de los errores.
- ✓ Focalización en parte de una materia y entre disciplinas.

A continuación, en la tabla 5, se muestra la taxonomía de las tecnologías de la educación sugerida por Simonson y otros (2005):

Tabla 5:

Taxonomía de las tecnologías de la educación

Tecnologías de la educación	Sistema tecnológico
<ul style="list-style-type: none"> • Estudios por correspondencia. • Medios pregrabados 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas postales. • Sistemas de grabación audio y vídeo (casetes y vídeos, radio).
<ul style="list-style-type: none"> • Audio bidireccional. • Audio bidireccional con gráficos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas telefónicos. • Sistemas de transmisión en red de ordenadores.
<ul style="list-style-type: none"> • Vídeo en vivo unidireccional. • Audio bidireccional, vídeo multidireccional. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas de televisión. • Sistemas de videorretransmisión.
<ul style="list-style-type: none"> • Audio/vídeo bidireccional. • Audio / vídeo bidireccional de sobremesa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas de telecomunicaciones. • Sistemas personales de conexión multimedia de alta velocidad.

Fuente: Barberà, E. (2008). Aprender e-learning (Vol. 25). Grupo Planeta (GBS).

En este trabajo se considera la combinación de la enseñanza presencial con la incorporación de la tecnología en el desarrollo de las sesiones de aprendizaje. A este tipo de enseñanza combinada se le ha dado el nombre de enseñanza mixta, bimodal, híbrida, semipresencial, entre otros.

Para conseguir el objetivo del presente trabajo se va a realizar una combinación de las dos modalidades haciendo, considerando la tabla 6, en donde se observa el recorrido gradual en el que podemos situar un curso atendiendo al porcentaje de presencia TIC como vehículo educativo-comunicativo.

Tabla 6:

Modelos de curso según presencia de TIC

Modelos de curso según presencia de TIC					
Presencia de TIC	Total (100%)	Alta (+50%)	Moderada (50%)	Baja (-50%)	Inexistente (0%)
Modelo de curso	a) Curso on-line	b)Curso con ascendente on-line	c) Curso equilibrado	d) Curso ascendente presencial	e) Curso presencial

Fuente: Barberà, E. (2008). Aprender e-learning (Vol. 25). Grupo Planeta (GBS).

Uno de los propósitos es integrar TIC en un curso que prácticamente es presencial, utilizando la herramienta tecnológica como parte de la construcción del aprendizaje, así como el uso de materiales innovadores.

En esta investigación se manejó y aplicó Tracker, el cual es un programa gratuito que analiza el video y construye modelos que permiten que el alumno indague situaciones que de manera experimental o física no se lograría, se hace un seguimiento manual y automático de objetos con superposición de la posición, velocidad y aceleración; así como gráficos de vectores interactivo y suma de vectores. Con esto se establece que la comprensión de la medicación comunicativa y pedagógica de la hibridación es la de estructurar contenidos que por medio de los dispositivos de interconectividad garanticen un aprendizaje real y sobre todo profundo en tanto que la apropiación del saber allí expuesto, es la situación que implica generar modelos pedagógicos que no responden a las características de la educación presencial, sino que deben confrontar esta virtualidad como un reto.

1.6 Aprendizaje profundo e instrumentos de mediación tecnológicas en la enseñanza de la Física

En este apartado, se presenta una breve selección de recursos TIC, que podrían ser manejados y aplicados por alumnos que cursan física, de los cuales se mencionan los siguientes: Graphmatica, Graphing Calculator, Simuladores de experimentos (PhET).

Los cuales se describen algunas características y un comparativo que nos permitió, seleccionar el software de Tracker y se mencionaran los aspectos que permitieron la integración en la actividad de aprendizaje, para contribuir en el aprendizaje profundo esperado.

Descripción breve del software

Graphing Calculator es una calculadora gráfica de recursos potentes, que utiliza métodos simbólicos, numéricos y gráficos para la visualización de objetos matemáticos en dos, tres y cuatro dimensiones. Proyectado para estudiantes, profesores, científicos e ingenieros, da una nueva forma de ver la matemática. Para plataforma Mac y Windows. Es una herramienta fácil de usar que le permite visualizar e interactuar con los documentos de la calculadora gráfica. Incluye una amplia variedad de funciones matemáticas y sistemas de coordenadas. Además, tiene más de 40 funciones internas de matemática y constantes.

Características:

- Trabaja con variables complejas
- Coordenadas cartesianas, polares, cilíndricas y esféricas se transfieren para ecuaciones 2D,3D y 4D
- Evalúa las expresiones numéricas y derivados simbólicos
- Le permite definir sus propias constantes, variables y funciones
- Permite la creación de películas matemáticas y páginas web
- Muy fácil de animar

- Permite aislar términos simbólicamente.

Descarga gratuita, pero a corto plazo en:

<http://www.software.com.mx/p/graphing-calculator#product-description>

Como puede leerse es una herramienta más orientada a Matemáticas, es útil, sin embargo, después de determinado tiempo empiezan a cobrar el uso.

Graphmatica 2.0

Es un software que permite graficar funciones de una variable, ecuaciones, inecuaciones, curvas paramétricas y soluciones de ecuaciones diferenciales ordinarias. Presenta asimismo funciones relacionadas con cálculo diferencial e integral, como calcular áreas o rectas tangentes, y prestaciones numéricas, como hallar soluciones de ecuaciones, puntos críticos o puntos de intersección entre funciones. Se pueden observar los ejes cartesianos en una cierta escala predeterminada, y una grilla cuadrículada que cubre el área de trabajo. En la parte superior de la pantalla se encuentran el menú desplegable: Archivo, Edición, Ver, Opciones, Herramientas, Cálculo y Ayuda. Debajo de estos podemos observar una barra de íconos que provee acceso rápido a ciertos comandos del programa. Si se deja el cursor sobre alguno se podrá ver cuál es su función correspondiente. También se tiene un espacio en blanco que se utiliza para tipear la función a graficar o seleccionar una utilizada previamente, denominado Cola de Redibujo. Por último, en parte inferior de la pantalla se encuentra la barra de estado que muestra información relevante (como las coordenadas de la ubicación del cursor en la gráfica) y mensajes de ayuda.

Este software es gratuito, sin embargo, incluye ecuaciones con más complejidad que permite analizar con gráficas, con una orientación más hacia las matemáticas. El alumno requiere de conocimientos de: cálculo diferencial o integral, unidades de aprendizaje que aún no están cursando, además de ser totalmente nuevas para los alumnos.

Tracker

Es un software de análisis de video que permite, entre otras cosas, seguir objetos determinando su posición como función del tiempo para posteriormente graficarla o hacer otros análisis. Es totalmente gratuito y se puede descargar en el equipo sin necesidad de conectarse a internet.

Las ventajas principales son, grabar el experimento que realice un recorrido e incrustarlo para el análisis con el programa.

En el anexo C, se explica con detalle el uso del software.

Las características distintivas que permitieron ser seleccionado para integrarlo a la actividad de enseñanza en el proceso de adecuación del alineamiento. En el área de la Física, cuando se estudia el tema del péndulo en el laboratorio está claro que lo esencial no es necesariamente saber las leyes de éste. Es poco probable que alguien termine trabajando con un péndulo en su vida profesional y evidentemente existe mucha información sobre este tema. La metodología que se usa para estudiar el comportamiento del péndulo, pone a prueba las hipótesis, ensayar explicaciones, analizar críticamente nuestros resultados y buscar información para lograr una mayor comprensión del problema, y sus aplicaciones más comunes en diversas áreas del quehacer profesional de ingenieros (Gil, 2016, p. 18). Por este motivo, se busca implementar experimentos de Física haciendo uso de las nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación, resaltando los aspectos metodológicos de la Física.

En este capítulo, se abordaron los aspectos de delimitación del trabajo de tesis, el problema que se identificó, así como los marcos de referencia que fundamentan el trabajo y con lo que se pretende alcanzar el aprendizaje profundo de los alumnos de física del CECyT 11 y esto es a partir de la adecuación del alineamiento constructivo. En el siguiente capítulo se aborda lo relacionado a las fases de la metodología investigación-acción que se llevó a cabo durante el proceso de la investigación.

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN, IMPLEMENTACIÓN DEL CAMBIO

“Todo cuerpo permanece en estado de reposo o de movimiento rectilíneo con velocidad constante, mientras no actúa sobre él una fuerza que modifique su estado de reposo o de movimiento.”

1ra. Ley de Newton

Todo continúa igual si no decides el cambio...

Los resultados de este trabajo de tesis, se obtuvieron, siguiendo la metodología, investigación-acción, que, al aplicarse en el ámbito de práctica docente se entenderá como aprendizaje-acción, al respecto Biggs (2010. p. 25) señala, “La expresión inglesa es *action learning* paralela a *action research*. La traducción de esta última como «investigación-acción» ya está acuñada en la bibliografía en castellano, aunque su significado corresponda, más bien, a «investigación en la acción». Dado que también se utiliza en español «aprendizaje-acción»...”, el proceso sigue un modelo espiral en ciclos sucesivos, que en este caso fue variando conforme se avanzó en el proceso de la investigación.

2.1 Metodología: Aprendizaje – Acción, en la práctica docente

Los cambios y orientaciones que se proponen en este apartado pretenden el análisis en profundidad del aprendizaje de los alumnos en la enseñanza de la Física. Con Kemmis (1984) la investigación-acción no sólo se constituye como ciencia práctica y moral, sino también como ciencia crítica. Para este autor es:

[...] una forma de indagación auto-reflexiva realizado por quienes participan (profesorado, alumnado) en las situaciones sociales (incluyendo las educativas) para mejorar la racionalidad y la justicia de: a) sus propias prácticas sociales o educativas; b) su comprensión sobre las mismas; y c) las situaciones e instituciones en que estas prácticas se realizan (aula o escuelas) [...] (Torrecilla, 2011, p. 4)

Para situar la práctica docente en el marco de la Investigación – Acción, se presenta inicialmente la necesidad y gran utilidad para cumplir con el objetivo.

En el presente trabajo, se pretende una mayor apropiación del proceso y de los resultados por parte de la comunidad involucrada, es por ello que, se lleva a cabo la investigación-acción hacia un enfoque de estudio sobre las realidades educativas, refiriéndonos a una orientación teórica, dando valor a la praxis (acciones que conducen al cambio estructural), pues se requiere de una participación activa de la población y el propio investigador; los rasgos más destacados son (Torrecilla, 2011, p. 5):

- Las personas trabajan con la intención de mejorar sus propias prácticas.

(El análisis de la enseñanza de la Física en el nivel medio superior con alumnos de tercer semestre de bachillerato)

- La investigación sigue una espiral introspectiva: una espiral de ciclos de planificación, acción, observación y reflexión.
(Adecuación del plan y programa (2008), del centro de estudios)
- Es colaborativa, se realiza en grupo por las personas implicadas.
(Pretendiendo que los alumnos trabajen en equipo y de forma colaborativa en las actividades de aprendizaje que se implementaron)
- Crea comunidades autocríticas de personas que participan y colaboran en todas las fases del proceso de investigación.
(Los alumnos como personas críticas y reflexivas de su propio aprendizaje, conforme avanzan las fases de proceso)
- Es un proceso sistemático de aprendizaje, orientado a la praxis.
(La práctica no por automatización, sino por un análisis profundo de lo que están haciendo los alumnos)
- Somete a pruebas las prácticas, las ideas y las suposiciones.
(De acuerdo con las actividades que se implementan, el objetivo es que los alumnos con base a la observación y experimentación, prueben hipótesis que se plantean al inicio del ensayo de las actividades, comprobando así las leyes de la Física, como ciencia experimental)
- Implica: registrar, recopilar, analizar nuestros propios juicios, reacciones e impresiones en torno a lo que ocurre; exige llevar un diario o bitácora donde se registren las reflexiones.
(Por medio de los registros que realiza el alumno de acuerdo a los experimentos realizados y con la integración de la herramienta Tracker, realizó comparativos que le permitieron formar su propia opinión con respecto al tema de cinemática)
- Es un proceso político porque implica cambios que afecta a las personas.
(El cambio que se genera en los alumnos, se ve reflejado en los ítems propuestos por el docente que ha llevado de cerca todo el seguimiento de las actividades, con base al aprendizaje adquirido responden de manera que las

respuestas se enfocan en los niveles de comprensión superiores, según la taxonomía SOLO)

- Realiza análisis críticos de las situaciones.
(El aprendizaje que adquieren los alumnos permite que sean críticos con su propio aprendizaje y el docente realiza la evaluación de manera crítica a fin de conocer detalles que le permitan implementar mejoras)
- Procede progresivamente a cambios más amplios.
(A partir de los cambios relevantes que se han tenido y con base a las debilidades que se observaron durante el proceso, es posible implementar cambios, esto es un proceso repetitivo en donde se hacen las posibles mejoras y quizá no se logre el 100% de resultados satisfactorios pero el cambio es continuo y progresivo).
- Inicia con pequeños ciclos de planificación, acción, observación y reflexión, avanzando hacia problemas de más envergadura; la inician pequeños grupos de colaboradores, expandiéndose gradualmente a un número mayor de personas.
(Al iniciar el proceso de implementación del cambio, se realizó con un grupo de 15 alumnos, conforme va avanzando, se pueden ir aumentando mayor número de personas. En este trabajo, es importante indicar que, como docente, no se atienden muchos grupos y que la finalidad de esta investigación era seguir de cerca todo el proceso gradual del aprendizaje de los alumnos para realizar ajustes finos que permitieran el aprendizaje profundo de los mismos).

En este trabajo se llevó a cabo la investigación-acción práctica que confiere un protagonismo activo y autónomo del profesorado, siendo éste quien selecciona los problemas de investigación y quien lleva el control del propio proyecto; para ello puede solicitarse la asistencia de un investigador externo, de otro colega, o, en general, de un <<amigo crítico>>. La investigación-acción práctica implica, la transformación de la conciencia de los participantes, así como cambio en las prácticas sociales, esforzándose por mejorar las formas de trabajar (Kemmis, 1988).

En el marco de esta investigación, después de una autorreflexión profunda acerca de la enseñanza llevada a cabo hasta hace aproximadamente dos años, se entrelaza la necesidad de buscar un cambio, en experiencia propia y de acuerdo con los resultados institucionales del Centro de Estudios, que revelan un índice de aprovechamiento bajo en el estudio de la Física, a partir de ello surge la decisión de realizar un estudio a mayor profundidad, siguiendo la metodología de investigación-acción, debido a que se pretende mejorar la enseñanza de la Física.

Los indicadores de la institución, de los 4 años recientes (según datos que obran en el departamento de control escolar del Centro de Estudios) muestran un alto índice de reprobación (79.36%) en la unidad de aprendizaje en Física, sobre todo en el primer período de evaluación (el porcentaje mencionado es sólo del curso de Física I), considerando los turnos matutino y vespertino de las cuatro especialidades del Centro de Estudios.

Una vez planteada la problemática, se inicia con el estudio del plan actual para la unidad de aprendizaje en Física (ver anexo A) que considera una adecuación del alineamiento constructivo. Posteriormente, se realiza un diagnóstico, para obtener una descripción y explicación de la situación actual del aprendizaje en Física I, donde se plantea la hipótesis en relación con el aprendizaje de los alumnos, se considera una población de 15 alumnos puesto que, son los alumnos que están inscritos de manera regular en el curso, el resto de los 10 alumnos, no entra a la clase y es poca o nula la información que se tiene de ellos. La acción que se llevará a cabo es la adecuación del programa, específicamente de la unidad IV (ver anexo B).

Se procede la adecuación, por medio de investigación-acción, debido a que se pretende mejorar la práctica docente para lograr el aprendizaje profundo de los alumnos. Y al ser un proceso que tiende a la mejora, asumiendo las soluciones basadas sobre los puntos de vista e interpretaciones de las personas involucradas en la investigación, en este caso los alumnos, se lleva la investigación por medio de métodos, técnicas e instrumentos cualitativos, que en este caso serán las tareas de

evaluación; con lo cual, el resultado se considerará para las mejoras de la práctica docente durante y después del proceso de investigación.

Se ha hecho la presentación de características, de investigación-acción, que se complementan con lo que sugiere Biggs (2010) acerca de aprendizaje-acción, es un proceso conformado de fases que parten de la reflexión acerca de la situación o problema, continuando con plantear qué hacer, siguiendo con la implementación de la adecuación al contexto, avanzar con la evaluación de los resultados obtenidos, y después de reflexionar acerca de esos efectos, retroalimentar para actualizar y mejorar los resultados y así sucesivamente, para convertirse en un proceso de mejora continua, en el que se originen innovaciones en la práctica docente.

Sus principales fases del aprendizaje-acción son:

- 1 *Problematización*. Que consistió en definir el problema, siendo éste; en la labor del profesor en la enseñanza, presentándose como dificultad el aprendizaje de los alumnos, el cual tiende a lo superficial, lo cual se identificó a través de un diagnóstico en los alumnos, observación de las características de los alumnos y las perspectivas que de ellos se tenían. Las primeras consideraciones que tuvieron lugar fueron: la revisión del plan y programa de estudios y la revisión de bibliografía, esto con el fin de lograr la adecuación de la taxonomía SOLO y con ello el diseño de actividades apropiadas, objetivos curriculares y además las tareas de evaluación, donde el alineamiento constructivo se ocupa tanto de la conducta de los alumnos como del diseño para el trabajo docente. Del cual surgieron las hipótesis que dieron pauta al proceso de la investigación.
- 2 *Implementación del cambio*. En esta fase se consideró la adecuación de la planeación con alineamiento constructivo que toma en cuenta: el objetivo curricular, las actividades (en este caso el tema de cinemática) y tareas de evaluación integrando los niveles de comprensión de la taxonomía SOLO, como alternativa de cambio y la posibilidad de la consecuencia del aprendizaje profundo. En esta fase también se hace la integración de las TIC en el aprendizaje de la Física, se hizo un estudio de software más viable para llevar a cabo la modelación de los gráficos en el estudio de la cinemática (caso especial, movimientos en el plano).

- 3 *Supervisión del cambio.* En esta fase se dio un seguimiento de forma continua durante y el final del proceso de investigación, supervisando si la implementación que se aplicó es funcional y para esto se aplicaron instrumentos de evaluación de forma cualitativa y cuantitativa, en donde la retroinformación desempeña un papel importante para la supervisión del aprendizaje a lo largo del proceso de la investigación.
- 4 *Ajuste fino.* Refiriéndose a las interacciones que ocurrieron durante el proceso que se llevó a cabo; es decir, se hicieron ajustes para que los alumnos realizarán las actividades propuestas, con base a esto se observaron las mejoras entre una y otra actividad planteada, haciendo ligeros cambios y la reflexión continua para avanzar en el aprendizaje del alumno.
- 5 *Papel del <<amigo crítico>>.* Esta es la última fase, pues nos lleva al análisis con respecto al papel crítico de un profesor de la misma área (Física), de esta manera se integró la experiencia y conocimientos donde se compartieron los aciertos y desaciertos que ocurrieron durante el proceso de la implementación del cambio y en la evaluación que se llevó a cabo.

En este capítulo se presentan las acciones que involucran la Implementación del cambio. Uno de los factores del pronóstico que describe el modelo 3P, los cuales son de dos tipos:

1. *Dependientes del estudiante:* que se refiere a los conocimientos previos relevantes que tiene el alumno acerca del tema, su interés, su capacidad y su compromiso para realizar las actividades que se implementen; en este caso todos los conocimientos previos que tienen acerca del movimiento y las trayectorias que saben. Más aún las herramientas tecnológicas que conozcan y/o hayan utilizado para un análisis más profundo de los movimientos de un objeto (Biggs, 2010).
2. *Dependientes del contexto de la enseñanza:* lo que cómo docente pretendo enseñar a los alumnos, además, cómo evaluarlos (este punto será tratado en el capítulo 3) y qué ambiente de la clase se genera, además señalar la infraestructura disponible en la institución (Biggs, 2010).

Estos factores interactúan en el proceso para determinar las actividades inmediatas del alumno relacionadas con el aprendizaje. Se pretende que, el alumno logre su aprendizaje en un ambiente propicio y con las condiciones favorables para lograrlo, así como el tiempo adecuado para la elaboración, además del uso oportuno de las TIC (Biggs, 2010).

Antes de iniciar con la implementación del cambio con la adecuación del plan y programa de estudios, se dará una breve explicación de la fundamentación propia de la unidad de aprendizaje, uno de los temas de mecánica clásica, tema central que se adecua al alineamiento constructivo. A partir del modelo 3P de enseñanza y aprendizaje, se establece llevar a cabo el conjunto actividades que procede a la adecuación de la taxonomía SOLO para el plan y programa de estudios proponiendo una actividad de inicio para identificar todos los conocimientos previos que tiene el alumno y cómo lo relaciona con otras unidades de aprendizaje (Biggs, 2010).

Una vez que el alumno soluciona el problema en papel, se propone que realice una actividad experimental “cohetes hidráulicos” como una forma de aprendizaje en la Física y posteriormente ese experimento se lleva a cabo en el patio escolar para después analizarlo con la herramienta Tracker para el análisis de los movimientos en el plano.

Para fomentar el aprendizaje profundo de los alumnos, retoman los fundamentos de la teoría para el estudio de los movimientos, asimismo la adecuación de la Taxonomía SOLO para la implementación del cambio en la enseñanza de la Física.

2.2 Adecuación del alineamiento constructivo en Física: movimiento en dos dimensiones

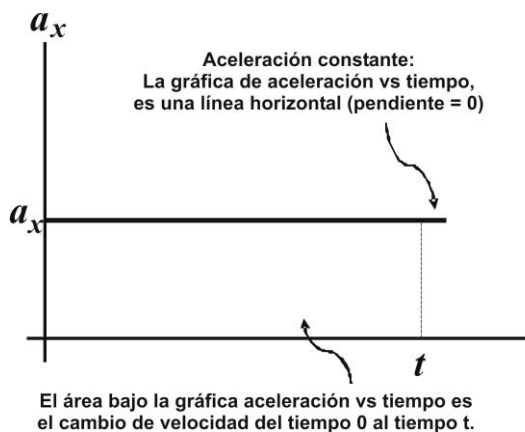
En este trabajo se hace hincapié al estudio de la cinemática particularmente a los movimientos en dos dimensiones; como ejemplos: caída libre, tiro parabólico y tiro vertical.

La actividad experimental propuesta, está sustentada con la teoría correspondiente a mecánica clásica, donde se trabajó con el movimiento de un cohete hidráulico,

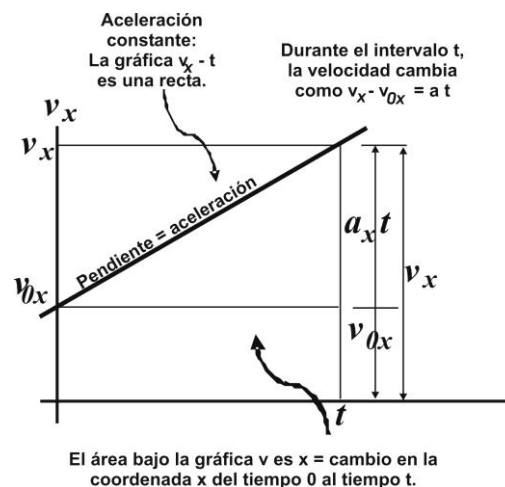
reconocido por algunos autores como movimiento de proyectiles. En la cual se observa:

a) Movimiento con aceleración constante

El movimiento acelerado más sencillo es el rectilíneo con aceleración constante. En este caso, la velocidad cambia al mismo ritmo todo el tiempo. Se trata de una situación muy especial, aun cuando ocurre a menudo en la naturaleza. Un cuerpo que cae tiene aceleración constante si los efectos del aire con son importantes. Lo mismo sucede con un cuerpo que se desliza por una pendiente o sobre una superficie horizontal áspera. Como se muestra en la figura 6, el movimiento rectilíneo con aceleración casi constante se da también en la tecnología, como cuando un jet de combate es lanzado con catapulta desde la cubierta de un portaviones (Sears Zemansky, 2009, p. 48).



Gráfica aceleración-tiempo ($a_x - t$)
para movimiento rectilíneo con
aceleración positiva constante a_x



Gráfica velocidad-tiempo (v_x vs t)
para movimiento rectilíneo con
aceleración positiva constante a_x .

La velocidad inicial v_{0x} también es positiva en este caso.

Figura 6. Gráfica de Aceleración-tiempo y velocidad-tiempo

Fuente: Sears, F., Zemansky, M., Young, H. D., & Freedman, R. (2009). Física universitaria vol. 1. México: Addison Wesley

b) Cuerpos en caída libre

El ejemplo más conocido de movimiento con aceleración (casi) constante es la caída de un cuerpo bajo la influencia de la atracción gravitacional de la Tierra. Los experimentos muestran que puede omitirse el efecto del aire. Todos los cuerpos en un lugar específico caen con la misma aceleración hacia abajo, sea cual fuere su tamaño o peso. Si además de la distancia de caída es pequeña en comparación con el radio terrestre, y si ignoramos los pequeños efectos debidos a la rotación de la Tierra, la aceleración es constante. El modelo idealizado que surge de tales supuestos se denomina caída libre (Sears Zemansky, 2009, p. 54).

En la figura 7, se muestra la caída libre de una moneda que parte desde el reposo

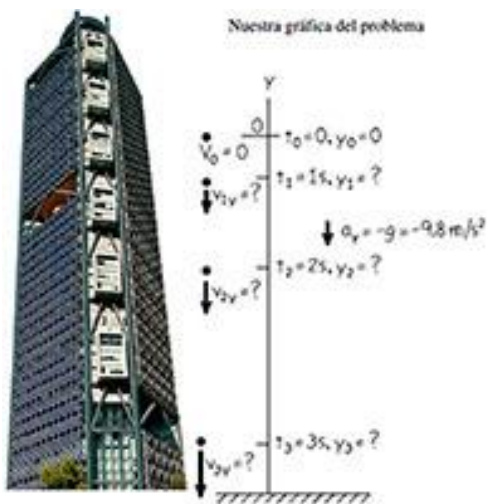


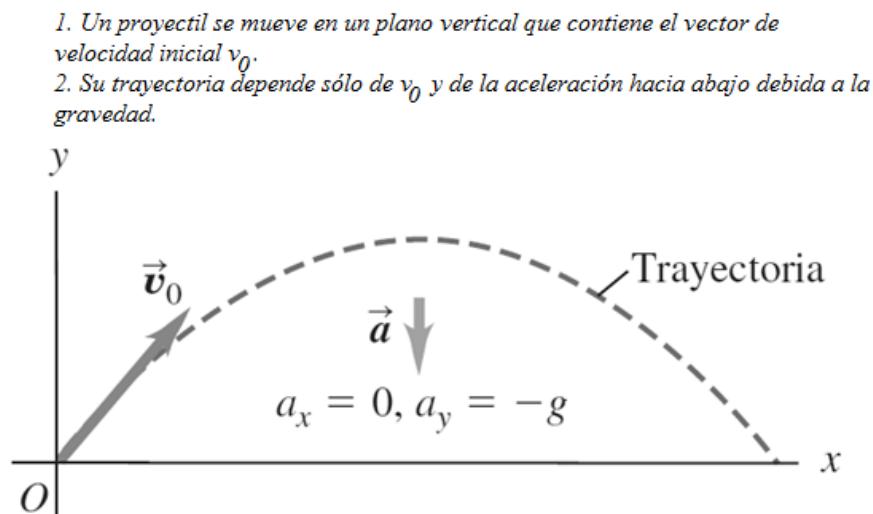
Figura 7. Referenciado al experimento de Galileo Galilei al lanzar un objeto en caída libre.

Fuente: Sears, F., Zemansky, M., Young, H. D., y Freedman, R. (2009). Física universitaria vol. 1. México: Addison Wesley

c) Movimiento en dos dimensiones

Un proyectil es cualquier cuerpo que recibe una velocidad inicial y luego sigue una trayectoria determinada totalmente por los efectos de la aceleración gravitacional y la resistencia del aire. Una pelota bateada, un balón lanzado, un paquete soltado desde un avión y una bala disparada de un rifle son todos proyectiles. El camino que sigue un proyectil es su trayectoria.

Para analizar este tipo de movimiento tan común, partiremos de un modelo idealizado que representa el proyectil como se muestra en la figura 8, donde una partícula con aceleración (debida a la gravedad) constante tanto en magnitud como en dirección. Despreciaremos los efectos de la resistencia del aire, así como la curvatura y rotación terrestres. Como todos los modelos, este tiene limitaciones. La curvatura de la Tierra debe considerarse en el vuelo de misiles de largo alcance; en tanto que la resistencia del aire es de importancia vital para un paracaidista (Sears Zemansky, 2009, p.79-80).



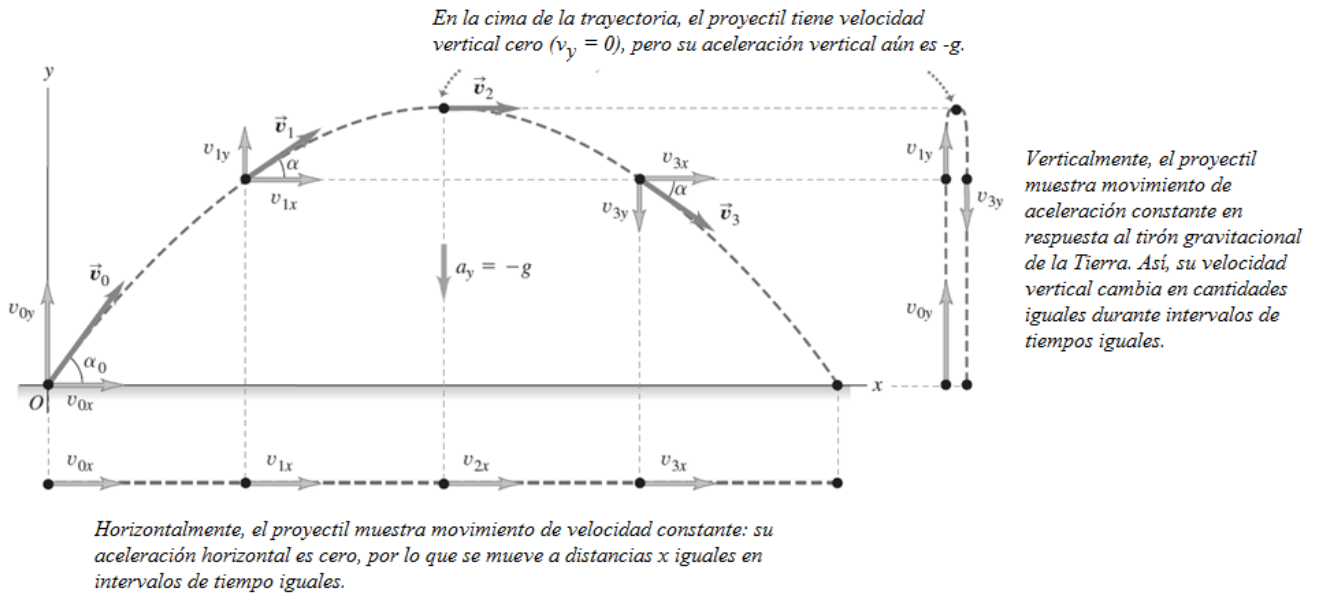


Figura 8. La trayectoria que realizan los proyectiles en un plano.

Fuente: Sears, F., Zemansky, M., Young, H. D., & Freedman, R. (2009). Física universitaria vol.1. México: Addison Wesley

2.3 Implementación del cambio: El modelo 3P en la enseñanza en la Física

El modelo 3P presenta la enseñanza como un sistema equilibrado en el que todos los componentes se alinean entre sí.

El contexto que se establezca se sitúa en el centro de la enseñanza. Se consideran los siguientes componentes (Biggs, 2010, p. 45-46):

1. Currículo que enseñemos.
2. Los métodos de enseñanza que utilicemos.
3. Los procedimientos de evaluación que usemos y los métodos de comunicación de resultados.
4. El clima que creemos en nuestras interacciones con los alumnos.

5. El clima institucional, las reglas y procedimientos que tengamos que cumplir. Considerando el modelo 3P que señala los tres puntos temporales en los que se sitúan los factores relacionados con el aprendizaje y que de manera esquemática se muestra en la figura 9.

- ✓ *Pronóstico*, antes de que se produzca el aprendizaje; para el cual se aplica un examen diagnóstico para identificar los conocimientos previos que el alumno tiene de Física.
- ✓ *Proceso*, durante el aprendizaje; la alineación de la enseñanza considerando el programa de estudios vigentes del CECyT y el uso del software Tracker, además de la experimentación con materiales sencillos en un tema de Física I.
- ✓ *Producto* o resultado del aprendizaje; se analizan los resultados que se obtuvieron usando la herramienta como análisis del tema y si realmente se alcanzaron los objetivos.

Modelo 3P

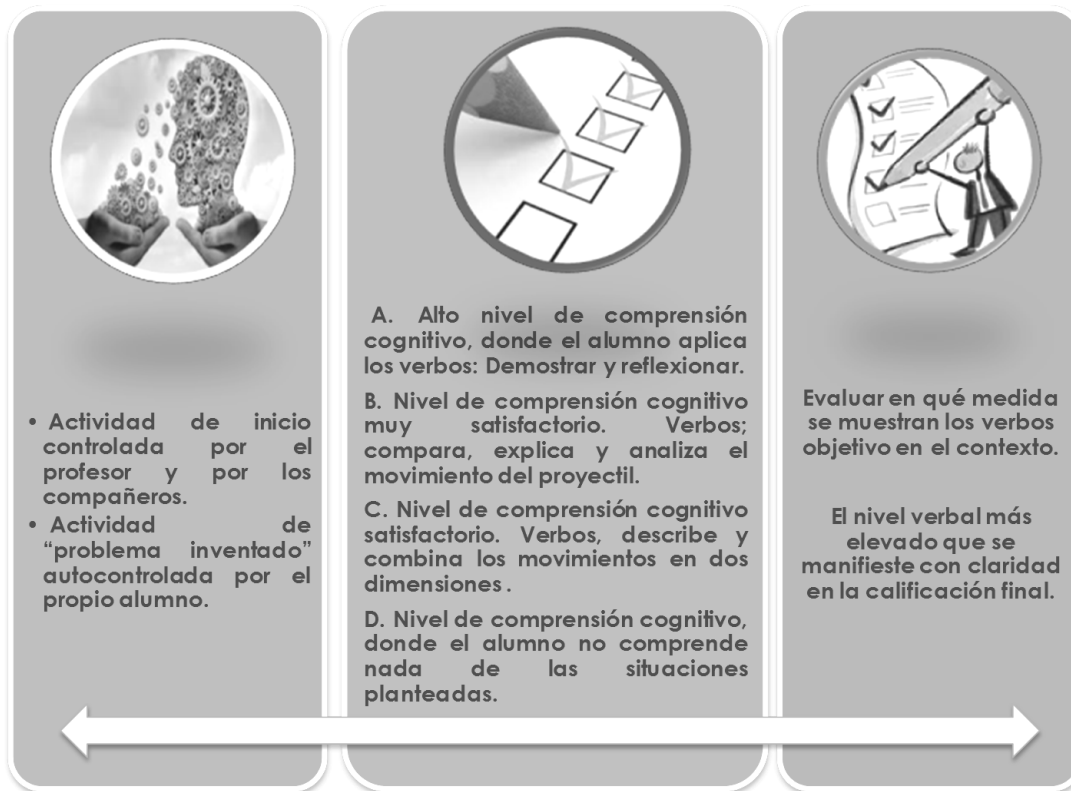


Figura 9. Modelo 3P

Fuente: Biggs, J. (2010) Calidad del Aprendizaje Universitario. Ed. Narcea. Madrid España.

De acuerdo con la hipótesis y objetivos planteados, y las actividades de aprendizaje, se busca que los alumnos se ubiquen en un aprendizaje profundo con base a la enseñanza alineada y la adecuación de los verbos de la taxonomía SOLO.

Para dar inicio con la implementación del cambio se tomó en cuenta la aplicación de un examen diagnóstico que también es promovido y solicitado por el Departamento de Unidades Básicas de Aprendizaje del centro de estudios, éste examen es una propuesta de elaboración de preguntas afín a la Física. El docente puede elaborar sus propios reactivos, de acuerdo con los saberes previos los alumnos; es un hecho que todos los docentes en el área de Física requerimos de los conocimientos de matemáticas básicas puesto que son la piedra angular para el estudio de la Física.

La Física es una ciencia natural, para ello, el alumno deberá tener nociones de lo que es un fenómeno físico y la importancia de los fenómenos que ocurren en su entorno. Los alumnos deben tener nociones de los conocimientos básicos de Física de acuerdo con los estudios realizados en su educación secundaria.

De la aplicación del examen diagnóstico, en los resultados del examen se identifica un enfoque de aprendizaje superficial en los alumnos, del cual se desglosa el análisis para la justificación del argumento anterior.

En el *pronóstico* se llevó a cabo el examen diagnóstico para identificar los conocimientos previos, que los alumnos tienen acerca de la Física.

El examen diagnóstico rescata tres aspectos importantes, basados en el programa de estudios como son los contenidos de aprendizaje: conceptual, procedimental y actitudinal.

Antes de iniciar con el examen diagnóstico, se aplicó una actividad de rastreo numérico (anexo D), la cual consiste en la activación de hemisferios cerebrales, con la finalidad de despejar la mente del alumno.

La actividad de rastreo numérico consiste en la utilización de una lámina con números de 1 al 60, iluminados de diferente color y dispersos durante toda la hoja. La instrucción es: colocar únicamente el dedo índice de la mano derecha en los números impares (1, 3, 5,...), y el dedo índice de la mano izquierda en los números pares (2, 4, 6,...); el movimiento de los dedos sólo se dará en forma consecutiva; es decir, tocar el número 1, el siguiente movimiento es cuando se encuentra el número 2 y así sucesivamente hasta encontrar todos los números. El ejercicio se realiza hasta el número 30; por ser una actividad inicial para los alumnos. Posteriormente se inicia con el examen diagnóstico.

Del examen diagnóstico (anexo E) que se aplicó se desprenden los siguientes resultados:

Sección 1: Contenido Conceptual que considera los conceptos previos; Física, fenómenos físicos; que se clasifica como un aprendizaje memorístico que tienen los

alumnos acerca de la unidad de aprendizaje. Los reactivos que se consideran son 1, 2 y 3.

Sección 2: Contenido Procedimental que considera los conocimientos de matemáticas *básicas, sustituciones algebraicas que son las bases de la Física en la resolución de problemas. Los reactivos que se consideran son 4, 5, 6, 7.

Sección 3: Contenido Actitudinal que considera el nivel de compromiso de los alumnos hacia el estudio de la Física. Éste aspecto se considera en la pregunta 8. La muestra que se considera en el estudio es de 15 alumnos de tercer semestre de la especialidad: telecomunicaciones.

Los resultados del examen diagnóstico se registraron en la tabla 7, considerando las tres secciones descritas anteriormente.

El examen constó de 11 reactivos, distribuidos en tres secciones:

Sección 1-conceptual (definiciones de Física, se supone ya estudiaron en cursos anteriores): con tres reactivos

Sección 2-procedimental (matemáticas básicas, como herramienta fundamental para el aprendizaje de la Física): con 7 reactivos. Esta sección se considera de mayor relevancia, por ser herramientas que utilizará el alumno en el transcurso de la modelación de los fenómenos físicos.

Sección 3-actitudinal (expectativas de los alumnos acerca del aprendizaje de la Física): con 1 reactivo.

Total de reactivos 11 con el mismo valor para cada uno.

Cada columna se refiere al número de aciertos correctos por sección, antes descrita.

Tabla 7:
Resultados del examen diagnóstico

Alumnos	Sección 1 Conceptual	Sección 2 Procedimental	Sección 3 Actitudinal	Total obtenido de 11 reactivos
Alumno 1	3	0	0	3
Alumno 2	2	3	1	6
Alumno 3	2	0	0	2
Alumno 4	3	0	0	3
Alumno 5	2	0	0	2
Alumno 6	3	1	0	4
Alumno 7	3	2	0	5
Alumno 8	3	0	0	3
Alumno 9	3	0	0	3
Alumno 10	3	1	0	4
Alumno 11	2	0	1	3
Alumno 12	1	0	1	2
Alumno 13	2	0	1	3
Alumno 14	3	1	1	5
Alumno 15	2	1	1	4

Fuente: Elaboración propia

La mínima puntuación para aprobar el examen era de 7 reactivos correctamente resueltos.

De lo anterior (también véase anexo F) y de acuerdo con el alineamiento constructivo (Biggs, 2010), los alumnos obtienen resultados que nos permiten clasificarlos en el aprendizaje superficial, donde lo esencial se enfoca hacia el mínimo esfuerzo, se puede concluir que las actividades realizadas en sus cursos anteriores fueron de un bajo nivel cognitivo. Algunos comentarios realizados por los alumnos son:

“[...] como me voy a acordar de esto si hace dos años que lo vi [...]”
“[...] Nunca tuve maestro en la secundaria, estaba de incapacidad [...]”
“[...] el maestro sólo dijo que memorizara las fórmulas y podíamos resolver problemas, pero ya se me olvidaron [...]”

Como se puede leer, los alumnos se concretaron en sólo obtener una simple lista de datos sin una reflexión de porqué ocurrían los fenómenos, tipo de reactivo 1, 2 y 3.

En el caso del reactivo 2, donde se pide al alumno que defina ¿qué es la lluvia? Y que describa con detalles esta información, las respuestas fueron las siguientes:

“líquido o agua que cae de las nubes”

“caída de vapor”

“agua acumulada en las nubes”

“agua que proviene de las nubes”

Algunas otras respuestas fueron:

“es un fenómeno físico que toma en cuenta el ciclo del agua, que no recuerdo muy bien cómo se lleva a cabo este ciclo”

“fenómeno de la naturaleza”

“fenómeno físico”

Ésta última respuesta se repitió con más frecuencia pero que no estuvo acompañada de una explicación más detallada.

Definición: lluvia (del lat. *pluvia*) es un fenómeno atmosférico de tipo hidrometeorológico que se inicia con la condensación del vapor de agua contenido en las nubes (Recuperada de diccionario de la Real Academia, 2017).

Definición oficial de la Organización Meteorológica Mundial, la lluvia es la precipitación de partículas líquidas de agua, de diámetro mayor de 0,5 mm o de gotas menores, pero muy dispersas.

En términos científicos, la lluvia no es más que la precipitación de agua desde las nubes hacia el suelo, hacia la tierra. Esta caída de agua se produce a partir de la condensación del vapor de agua que se encuentra dentro de las nubes y que, al volverse más pesado, cae por efecto de la gravedad hacia el suelo. La lluvia siempre es líquida, es decir, siempre es agua en estado líquido, aunque a veces puede estar acompañada de otros estados como el gaseoso (por ejemplo, con neblina) o sólido (con granizo). La lluvia, junto con la luz solar, es esencial para la vida en el planeta (Recuperado del Diccionario ABC, 2015).

Como puede observarse en las definiciones anteriores, la intención de dicha pregunta, es que registrarán: el agua es fundamental para la existencia de nuestra

vida en el planeta y que es un fenómeno físico estudiado por la Física y también por otras áreas como, la química, la biología, etc. De esta forma, la orientación de la pregunta es que, los alumnos tengan la convicción de la importancia del estudio de la Física.

Continuando con el análisis de las preguntas, se tomará en cuenta el análisis de los reactivos de matemáticas básicas.

En los reactivos 4, 5, 6 y 7, que se refieren a matemáticas básicas y que cómo base, se tiene la educación secundaria. En el examen diagnóstico se plantean; por ejemplo, sustituciones, despejes de variables, resolución de ecuaciones de primer grado, así como funciones trigonométricas para el estudio de la Física a lo largo de los cuatro semestres en el centro de estudios, los alumnos ya han llevado la unidad de aprendizaje trigonometría y álgebra en los dos primeros semestres de tronco común.

De la respuesta para el reactivo 4, solo tres alumnos estuvieron correctamente al realizar evaluación de las variables.

De la respuesta para el reactivo 5, refiere a las funciones trigonométricas del triángulo rectángulo, solo 6 alumnos estuvieron correctamente.

De la respuesta para el reactivo 6, solo un alumno estuvo correctamente en despejes de variables en una expresión algebraica.

Aun cuando se haya estudiado física en secundaria, es probable que sólo tenga una vaga idea de lo que realmente significa la *Física*, y en qué se distingue, por ejemplo, del concepto de ciencia. Una de las recompensas del estudio de un primer curso de física es darse cuenta con más claridad de la importancia de las matemáticas básicas.

Vamos a suponer que se desea predecir cuánto tardará en detenerse un automóvil que se desplaza a cierta velocidad. Se puede registrar la velocidad inicial, el cambio de velocidad, la distancia y el tiempo requerido para que se detenga el vehículo. Cuando estos factores se han registrado, los datos sirven para establecer una relación tentativa. No es posible hacer esto sin usar las matemáticas como herramienta.

Por ejemplo, si se llevará a cabo el experimento como el mencionado, las medidas realizadas, y el conocimiento de las matemáticas, le permitirían establecer la siguiente relación:

$$s = vt + \frac{1}{2}at^2$$

Donde s = distancia a la que se detiene

v = velocidad inicial

t = tiempo en que se detiene

a = rapidez de cambio de la velocidad

Esta proposición es una *hipótesis viable*. A partir de esta ecuación es posible predecir la distancia a la que se detendrá el vehículo. Cuando una hipótesis se ha aplicado el suficiente número de veces para tener un grado de seguridad razonable de que es verdadera, se le llama teoría científica. En otras palabras, cualquier teoría científica no es más que una hipótesis viable que ha resistido la prueba del tiempo. Por lo tanto, podemos darnos cuenta que las matemáticas son útiles para obtener fórmulas que nos permiten describir los hechos físicos con precisión. Las matemáticas desempeñan un papel todavía mayor en la aplicación de esas fórmulas para encontrar cantidades específicas.

Los fundamentos, de las matemáticas básicas, son importantes para el estudio de la física, ciertas habilidades matemáticas son indispensables, tal vez los alumnos comprendan perfectamente lo que es fuerza, velocidad, masa, energía y electricidad como conceptos, pero también es oportuno mencionar que, al efectuar mediciones, la única forma de darle sentido a los datos es por medio del uso de los números y símbolos. Las matemáticas proporcionan las herramientas necesarias para organizar los datos y para predecir resultados. Las matemáticas son el lenguaje de la física.

La conclusión es que <<los estudiantes se centran en signos de aprendizaje: las palabras utilizadas, datos aislados, elementos tratados con independencia unos de otros. Esto les impide ver lo que significan los signos, el significado y estructura de lo que se enseña>> (Biggs, 2010)

Como conclusión, se considera importante señalar el trabajo en la implementación de actividades para que los alumnos no solo memoricen, identifiquen, sino que

profundicen en el tema, por lo que una alternativa es: adecuar los objetivos curriculares, actividades y tareas de evaluación. La creación intencionada de situaciones que los aprendices motivados no puedan evitar sin aprender o desarrollarse (Biggs, 2010, p. 47).

2.4 Adecuación de los verbos de la taxonomía SOLO en Física I

Dando continuidad al apartado anterior, el enfoque de aprendizaje que se describe en los alumnos tiene una tendencia a lo superficial, pues los resultados del examen diagnóstico muestran en los alumnos un aprendizaje memorístico al no dar respuestas congruentes y precisas a las preguntas.

En segundo grado de la educación secundaria, los alumnos tienen como materia asignada Ciencias II (Énfasis en Física) y su nivel de conceptos puede ser sólo comprender lo que sucede con un fenómeno. Por mencionar un ejemplo, cuando se frota un globo con un trozo de lana y se acerca a unos trocitos de papel, éstos son atraídos hacia el globo; preguntando a los alumnos ¿qué sucedió?, la respuesta de los alumnos es porque el globo ha sido electrizado por frotamiento, lo cual sería aceptable para el nivel que están cursando.

Sin embargo, en el nivel medio superior lo que se espera de los alumnos es ¿qué ocurre en realidad durante el proceso de frotamiento con el cual se produce el fenómeno de electrificación?, el globo por ser materia está formado por átomos y moléculas. Cada átomo tiene una parte central, cargada positivamente, a la que se llama núcleo y que está rodeada por una nube de electrones cargados negativamente. Normalmente, un átomo está en estado neutro o sin carga, debido a que contiene el mismo número de protones en su núcleo que de electrones alrededor de éste. Cuando el globo y el trozo de lana se frotran, alguno de los electrones más débilmente retenidos se puede transferir de un material a otro; es decir, los electrones se transfieren de la lana al globo, dejando un exceso de electrones sobre el globo y una deficiencia de electrones sobre la piel y esto hace

que electrice por inducción a los trocitos de papel que también se encontraban en estado neutro.

En secundaria, los alumnos tienen un nivel conceptual, en nivel medio superior, se requiere de verbos como: analizar, describir, comparar, reflexionar sobre experimentos lo que finalmente orientará hacia un aprendizaje profundo.

De acuerdo con el examen diagnóstico y con los niveles de la taxonomía SOLO, los alumnos se encuentran en el nivel Preestructural, pues las respuestas son del tipo cortas y otras erróneas, no dan pruebas de un aprendizaje relevante. En este nivel Preestructural, los alumnos saben el concepto, pero no comprenden el significado; es decir, solo repiten lo que alguna vez escucharon decir que significaba. Por lo que se concluye que no hay un aprendizaje profundo, según el nivel de comprensión de acuerdo con la taxonomía, como muestra la figura 10.

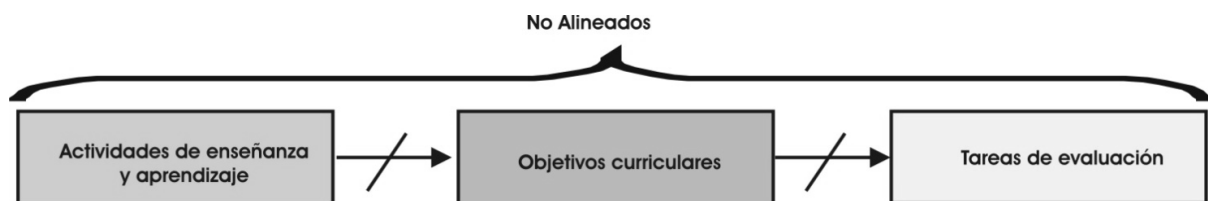


Figura 10. Objetivos curriculares, actividades de enseñanza y aprendizaje con tareas de evaluación no alineadas.

Fuente: Biggs, J. (2010) Calidad del Aprendizaje Universitario. Ed. Narcea. Madrid España.

Para el trabajo se considera en el último nivel de comprensión de la taxonomía SOLO, los verbos: demostrar y reflexionar que forman parte del plan y programa de estudios 2008 del CECyT 11.

La taxonomía SOLO, es una propuesta diseñada para el ámbito universitario; sin embargo, la presente investigación se orienta al estudio del aprendizaje de los alumnos de nivel medio superior, por lo que se adecuan los verbos de la taxonomía, al nivel medio superior, considerando que cursarán una ingeniería o licenciatura, por ello, es recomendable adecuar una propuesta de las características del alineamiento constructivo, como una transición que implica una base de aprendizajes profundo como lo sugiere la taxonomía (Biggs, 2010).

La taxonomía no es rígida, se puede adecuar de acuerdo a las necesidades de cada institución, en este caso para la unidad de aprendizaje la Física, que considera la

enseñanza como acomodación al contexto, que significa adaptar la propia enseñanza para lograr resultados eficientes y eficaces del ecosistema escolar, lo importante es lo que hace el profesor (Biggs, 2010).

Los niveles, de la fase cualitativa de la taxonomía SOLO, están en líneas punteadas debido a que se considera una transición de los alumnos hacia los semestres siguientes y posteriormente al nivel superior.

De acuerdo con la taxonomía SOLO, se recuperan los siguientes resultados del examen diagnóstico, que se muestran en la figura 11, donde los alumnos se encuentran en el nivel preestructural, solo muestran la memorización y repetición de conceptos, no se profundiza en ellos. También se muestra en el último nivel, de la taxonomía, los verbos que se requieren a partir del programa y plan de estudios del nivel medio superior, los cuales son: *Demostrar* y *Reflexionar*, siendo éstos los máximos para alcanzar en el enfoque por competencias. (Véase anexo G)

Es importante resaltar, la propuesta que se realiza, considera la red de competencias general y particular de la unidad específica que se va a trabajar, en este caso la competencia particular 4, donde el alumno *demuestra* el movimiento de los cuerpos aplicando los principios de la cinemática, en situaciones académicas y su entorno social; asimismo se toma en cuenta el RAP 2; que indica: el alumno soluciona problemas de movimiento en dos dimensiones en situaciones académicas y su entorno social.

En el anexo F, se muestra la red de competencias que se exige en el programa con apego al plan de estudios 2008 vigente en el CECyT No. 11, que actualmente se aplica para la enseñanza de la Física.

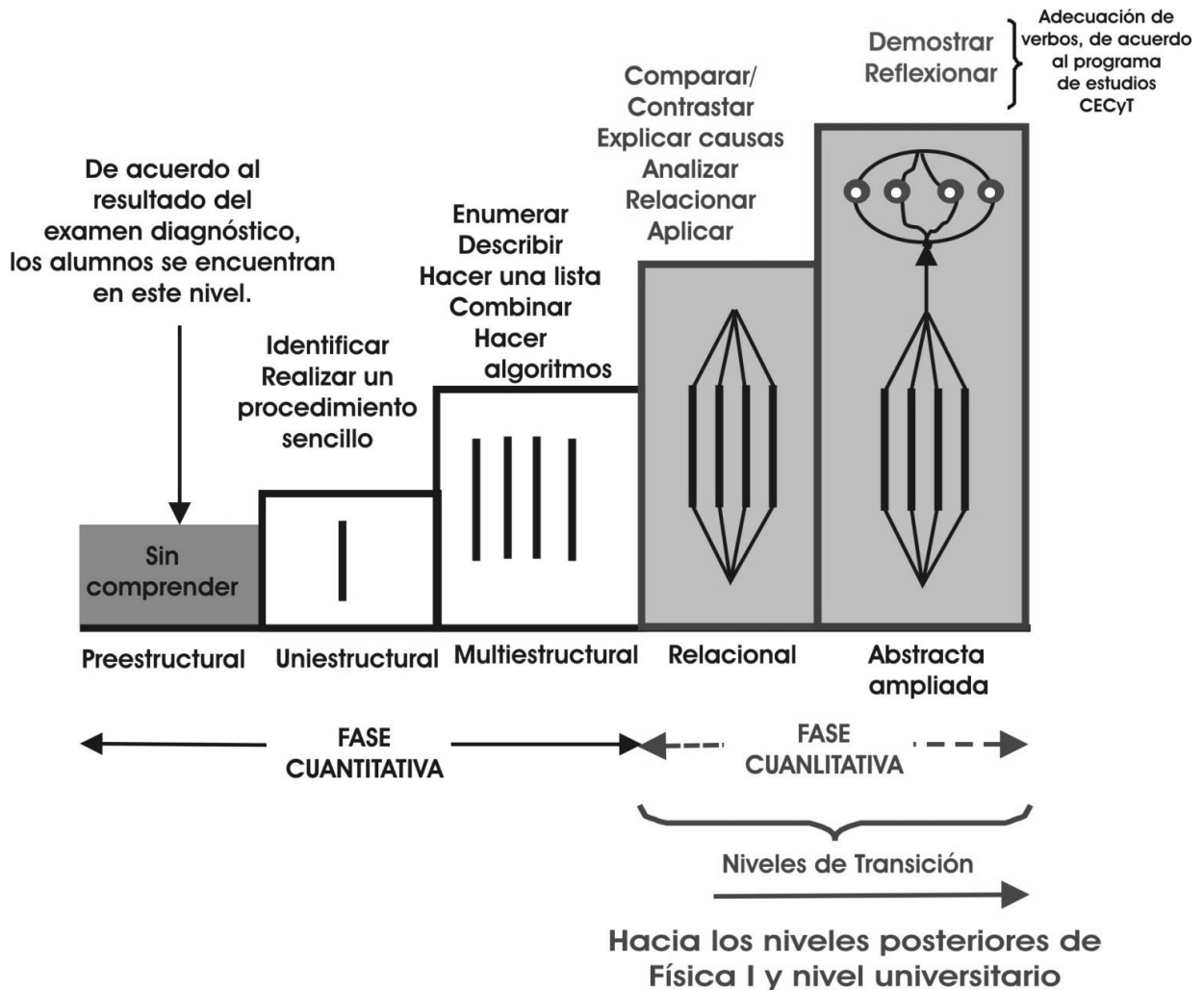


Figura 11. Adecuación de la Taxonomía SOLO, con los resultados del examen diagnóstico

Fuente: Biggs, J. (2010) Calidad del Aprendizaje Universitario. Ed. Narcea. Madrid España.

Un elemento muy importante a considerar es, la motivación de los alumnos en el aprendizaje. La <<motivación>> es un producto de la buena enseñanza, no un prerrequisito (Biggs, 2010).

De acuerdo con el argumento anterior, se realizaron las siguientes preguntas:

- ✓ ¿Por qué consideras importante estudiar en el CECyT 11, área: Físico-Matemáticas?
- ✓ ¿Dedicas tiempo extra clase para estudiar de manera correcta las unidades de aprendizaje?

Con el fin de conocer la motivación, el interés o desinterés de parte de los alumnos, del cual se obtuvieron los siguientes resultados que se muestran en la tabla 8, clasificándolas en un enfoque: superficial y profundo.

Tabla 8:

Resultados de alumnos, clasificando la tendencia hacia el enfoque superficial y profundo.

Tendencia	
Enfoque superficial	Enfoque profundo
<ul style="list-style-type: none"> ✘ Solo quiero pasar y ya, yo de todas maneras voy a trabajar. ✘ No me interesa la escuela, no sirve para lo que yo quiero hacer en un futuro. ✘ Porque quiero pasarla y cambiarme de escuela. ✘ Continuaré con el negocio de mi papá, él tiene una cafetería. ✘ No me quede en mi primera opción, pero pues tengo que estudiar. ✘ Yo quería área 2*, no me gusta el área 1**. 	<ul style="list-style-type: none"> ✘ Para aprobar la unidad de aprendizaje. ✘ Porque te va a servir para estudios superiores. ✘ Porque si no, no te dan certificado. ✘ Los maestros dejan muchas tareas piensan que es única su materia y pues así no se puede estudiar para los exámenes. ✘ Si no dejarán mucha tarea en todas las materias, aseguro que me dedicaría a estudiar más. ✘ Quiero conservar mi beca, si no tengo buen promedio, me retira la beca.

Fuente: Elaboración propia

Nota: *Área 2: Químico-Biológicas, **Área 1: Físico-Matemáticas

Como se observa hay varios argumentos que se orientan en un enfoque superficial, pues en dichos argumentos se destaca que los alumnos no están en el centro de estudios por una curiosidad creciente acerca de una determinada materia o por una ambición personal de destacar en cierta profesión del área de ingeniería y ciencias físico-matemáticas, sino para obtener un certificado que le permita un trabajo o estudiar en otro nivel (Biggs, 2010, p. 21-22), también hay alumnos que no querían la opción de estudiar en el CECyT 11 por tener área 1.

Lo que se busca a partir de estos resultados y breve encuesta es: alinear los objetivos curriculares, actividades de aprendizaje y tareas de evaluación, para llevar a los alumnos al aprendizaje profundo, además de tomar en cuenta la implementación de los experimentos y el manejo de las TIC como integración a la planeación con alineación constructiva como una forma de mejorar el aprendizaje.

2.5 Implementación de experimento con el uso de TIC

Uno de los objetivos particulares es implementar y orientar los experimentos a las nuevas formas de aprendizaje activas y por indagación manejando TIC y/o materiales didácticos, donde los alumnos desarrollen: habilidades experimentales y analíticas; análisis crítico de los resultados, sus implicaciones y generalizaciones; uso de las computadoras; simuladores, familiarización de los estudiantes con la literatura actual en Física. La integración de las TIC, que permitan contribuir al aprendizaje profundo y que se desea lograr, considera los aspectos de software libre y gratuito; en este caso, el software de *Tracker*, con la finalidad de incluir a todos los alumnos, se identificaron los tutoriales útiles que les permitiera auxiliarlos en sus tareas, como parte de la estrategia que se pretende implementar con la herramienta tecnológica son:

- ✓ *Método:* digital
- ✓ *Técnica:* Simuladores y modelación en Tracker.

Y como parte de la implementación de actividades con materiales.

- ✓ *Método:* experimentación
- ✓ *Técnica:* prototipos de experimentos.

- ✓ *Instrumentos:* Materiales reciclables, sencillos que fomenten la creatividad de los alumnos.

Las competencias que se pretenden favorecer con el uso de TIC son:

- Trabajo colaborativo y cooperativo
- Resolución de problemas
- Capacidad de investigación
- Razonamiento inductivo-deductivo
- Análisis crítico
- Capacidad de anticipación
- Análisis de prospectiva
- Recuperación y manejo de información.

El estudio se llevó a cabo con un grupo de tercer semestre, del área de ingeniería Físico-Matemáticas con 15 alumnos inscritos en la especialidad de telecomunicaciones, su situación académica es regular; inscritos a todas las unidades de aprendizaje propias del semestre. Se tomó en cuenta el plan de estudios vigente 2008 en la unidad de aprendizaje Física, adecuando la planeación con los verbos de la taxonomía SOLO: objetivo curricular para la unidad IV. Cinemática, la cual para el resultado de aprendizaje propuesto (RAP No. 2); Resuelve problemas de movimiento en dos dimensiones, en situaciones académicas y de su entorno, centrando nuestra atención en el estudio del movimiento en dos dimensiones.

El objetivo curricular se diseñó de acuerdo con las necesidades propias de la unidad de aprendizaje y con lo estipulado en el plan y programa de estudios del CECyT 11 (2008)

Objetivo curricular: Reflexionar y demostrar los tipos de movimiento que existen, situando problemas clave y relacionándolos con el entorno cotidiano, considerando la importancia de la modelación de estos movimientos con el uso de software Tracker para la realización de un análisis profundo.

En el proceso de adecuación, se integra la actividad de aprendizaje flexible conformada por cuatro aspectos, en un marco de acciones de interactividad para el logro del trabajo colaborativo.

Los aspectos considerados en esta modalidad son:

1. Interacción profesor-estudiante en tiempo real, que es la clase magistral y las preguntas dirigidas a los estudiantes, estableciendo una relación alumno-profesor, para la retroalimentación.
2. Utilización de TIC. Que en este caso se delimita a hacer uso de software (instrumento de mediación) por ser un curso presencial, concretando el aprendizaje en el uso de Tracker para el desarrollo y análisis de los movimientos descritos en la planeación.
3. Materiales de aprendizaje preparado; en este caso los materiales serán de uso común por los alumnos y serán el medio que facilite la experimentación.
4. Actividades experienciales guiadas; que permite un análisis más profundo de lo que se realiza en el aula (en este caso en el patio escolar), reflexionando y para la práctica en común del tipo aprendizaje-acción utilizando su experiencia fuera de la escuela. Esto implica la interacción directa entre profesor y estudiante, considerando la tecnología de la comunicación y software de aplicación.

Para la integración de la herramienta de Tracker en la planeación de la clase, se llevó a cabo un examen diagnóstico acerca del uso de herramientas en el proceso de aprendizaje de los alumnos.

Los alumnos contestaron un cuestionario de 5 preguntas, previo al uso de la herramienta de Tracker, como se muestra en la tabla 9.

Partimos de la premisa que, los 15 alumnos no conocían la herramienta y por ello se requiere hacer uso de tutoriales y explicación del programa como preámbulo al estudio de los movimientos. En el siguiente apartado se detalla la actividad como tarea inicial que se realizó para después hacer uso de la herramienta de Tracker.

Tabla 9:

Resultados de las herramientas tecnológicas que usan los alumnos para el análisis de los experimentos

Simuladores de experimentos en Física	Software como herramienta para el aprendizaje en Física
① PhET / Ninguno había oído hablar y mucho menos utilizarlo.	① Graphing Calculator / No lo han utilizado nunca.
② Laboratorios virtuales/ No lo han utilizado nunca.	② Graphmatica / No lo han utilizado nunca.
	③ Tracker/ No lo han utilizado nunca.

Fuente: Elaboración propia

En este apartado se sustenta la adecuación del alineamiento constructivo de las actividades de aprendizaje con el objetivo curricular y las tareas de evaluación para los alumnos en el tercer período departamental con el tema de Cinemática, integrando la herramienta de *Tracker*, así como el uso de material para la experimentación “cohetes hidráulicos”, que analizaremos con más detalle en el siguiente apartado.

2.6 Análisis de los movimientos en el plano: Tarea de inicio

Este apartado consiste en identificar los conocimientos previos de alumnos, de esta manera se podrá tener un primer acercamiento y así reorientar la planeación de las clases durante el semestre (Biggs, 2010, p. 101).

Se trata de maximizar las oportunidades para los alumnos a partir de sus conocimientos previos, reactivar los conceptos que aprendieron en un nivel anterior (secundaria), además de iniciar con la integración de los conceptos básicos de matemáticas ya aprendidos en sus primeros semestres que han cursado en el tronco común del Centro de Estudios. La finalidad es orientar el tema, en este caso

es cinemática, específicamente, el estudio de los movimientos en el plano. El diseño de las actividades toma en cuenta la retroalimentación orientada a la reflexión crítica, para que el alumno a la vez concientice sobre su propio aprendizaje y así construya nuevas estructuras que le permitan el aprendizaje profundo. En la figura 12, se muestra la estructuración de conocimientos previos que los alumnos se considera traen de otros niveles de educación anteriores.

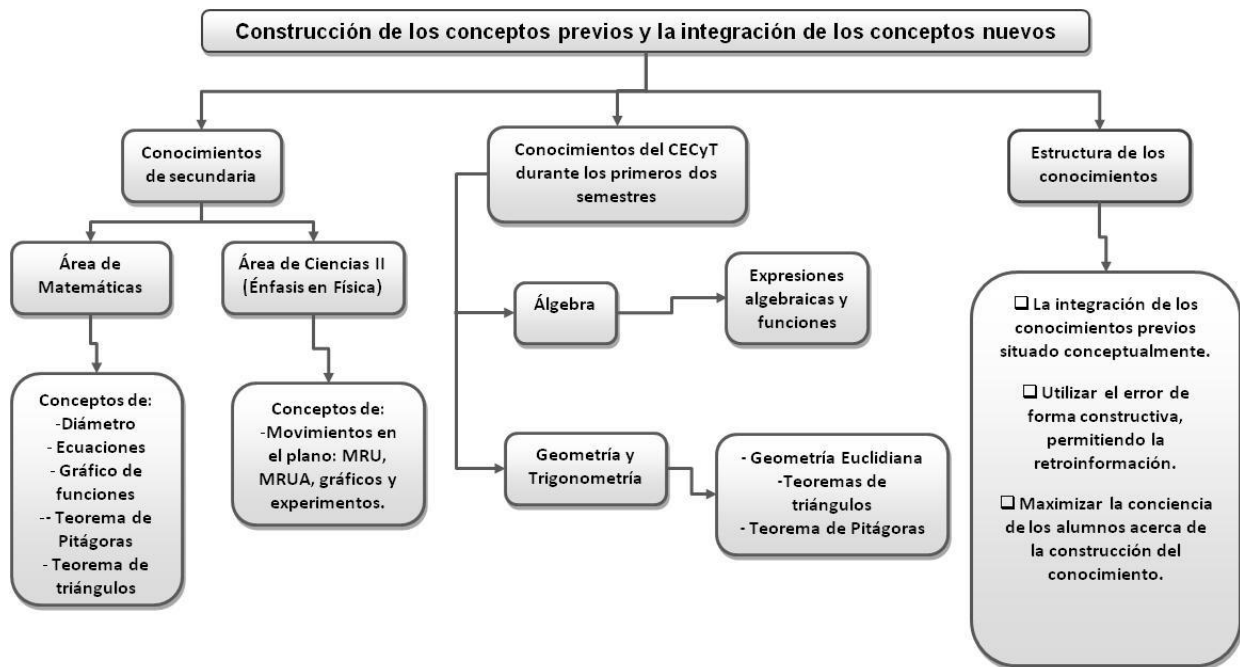


Figura 12. Construcción de una base de conocimientos interconectados

Fuente: Elaboración propia

Biggs (2010), propone una construcción de conocimientos interconectados y con base a ello el alumno conseguir que la mayoría de los alumnos utilicen procesos de nivel cognitivo superior. Siendo el reto, la selección de actividades que estimulen a los alumnos a reflexionar, cuestionar, analizar, demostrar por propia cuenta del estudiante.

En los siguientes apartados, se detallan las actividades propuestas para lograr el reto, comenzando por las actividades de inicio que permitieron la retroinformación y construcción del conocimiento. Posteriormente, se describe la actividad experimental que permite al alumno; el inicio de la construcción de conocimientos para alcanzar una estructura más organizada y esto se da por medio del “problema

inventado”. Después de esta actividad, se da inicio a la experimentación, en la cual se buscó un contexto motivador adecuado para los alumnos, además la interacción con sus pares que dieron lugar a un trabajo colaborativo. Finalmente, de acuerdo al plan y programa de estudios, se integra el uso de las TIC, que en este trabajo se hace uso del software de Tracker, que contribuyan a que el alumno logré avanzar a los niveles cognitivos superiores de la taxonomía SOLO.

2.6.1 Tarea de inicio: Reactivando los conocimientos previos

En este apartado se explica la actividad que se propuso a los alumnos para que resolvieran la situación inicial, mediante la lectura e identificación de las variables del problema, para después, de manera gráfica representaran la solución. Y con ello se da continuidad al *Proceso* del modelo 3P y el alineamiento constructivo.

La tarea inicial consiste en resolver un problema relacionado con el movimiento que realiza un personaje al que se nombró Ronning, donde los alumnos señalaron mediante el trazo de una gráfica, las trayectorias que recorrió dicho personaje, además de expresar el tipo de movimiento que realizó de acuerdo a los temas vistos en la clase, correspondiente a cinemática. Considerando el modelo 3P, situamos como segundo momento el proceso, el cual se detalla a continuación:

Proceso

Primeramente, se aplicó el aprendizaje activo con el siguiente enunciado de propuesta de problema “Ronning”, en adelante nos referiremos a “problema de Ronning”.

Nota: Se aclara que para el método de aprendizaje activo se entregó al alumno la copia con el problema propuesto y se solicita la forma en que debe entregar la solución del problema.

Actividad de inicio

① Resuelva el siguiente problema mediante el uso de gráficos, puede utilizar papel cuadriculado u hojas milimétricas para la solución, no olvide todo el recorrido que realiza Ronning. Presente la solución en clase con su profesora y analice con sus compañeros.

Ronning llegó temprano a su clase de Física. A punto estaba de sentarse cuando advirtió, disgustado, que había olvidado su cuaderno en su refugio predilecto: la siempre cómoda y acogedora biblioteca. No podía perderse el comienzo de la clase, así que fue a la biblioteca, cogió su cuaderno y regresó a su asiento, a tiempo para comenzar su, probablemente disfrutable, clase de Física. Pero en el camino se encontró a su bienamada Laufen y se detuvo a intercambiar algunas muestras de su muy auténtico cariño, lo que le llevó 4 minutos, pero de los largos, y lo obligó a recuperar los 4 minutos tan bien aprovechados, porque cuando salió del salón no previó la Epifanía. La biblioteca está en un punto diametralmente opuesto del salón de clases en el patio circular, que tiene 500 metros de diámetro, de la escuela. Ronning tardó, en total, 9 minutos. Construye una gráfica que describa los cambios de posición de Ronning en su trayecto de ida y vuelta con respecto al tiempo. Todos hemos escuchado, o hecho, descripciones de objetos en movimiento, que incluyen expresiones como "detenido", "rápido", "lento", "más rápido", "disminuyó su velocidad", "más alejado", "aceleró más" y muchas otras que seguramente te han asaltado la memoria. Identifica en una gráfica algunas partes con estas expresiones y describe las características de la gráfica que les corresponden. Suárez Téllez, L., Cordero Osorio, F., Daowz Ruiz, P., Ortega Cuenca, P., Ramírez Ortega, A., & Torres Guerrero, J. L. (2005).

② Una vez que ha resuelto la actividad anterior, proponga un problema semejante considerando los recorridos, los personajes y el tiempo (tome en cuenta el tiempo, ya que el software de Tracker, no permite demasiado tiempo). Ya que ha planteado el problema, resuelva mediante el uso de gráficos en papel cuadriculado o milimétrico. NOTA: Aún no va a utilizar el software de Tracker, pero es importante que considere las sugerencias para su descarga y uso. Observar el siguiente link para la descarga, instalación y arranque de Tracker, también el otro link es para observar un ejemplo de análisis con Tracker.

- ✓ <https://www.youtube.com/watch?v=5J5-nvjYhb4>
- ✓ <https://www.youtube.com/watch?v=rOUN9dX7RbA>

③ Ahora que ha resuelto el problema, lleve a cabo el experimento de forma vivencial, grabe todo el recorrido del objeto. Recuerde que el objeto debe tener un color distinto al fondo que está utilizando, con el fin de que no se confunda el objeto con el fondo y se pueda analizar de manera correcta.

Nota: no mueva la cámara, ubíquese en un punto fijo y grabe todo el movimiento del objeto, sin que se mueva la cámara.

Finalmente, utilice Tracker para analizar el video, el recorrido y además el gráfico generado por el software.

Realice un comparativo entre las 2 soluciones al problema, redactando resultados y conclusiones del problema.

Entregue a su profesora el archivo con el análisis del problema con Tracker y en forma impresa.

A continuación se hace referencia a las tareas entregadas por parte de los alumnos, y el dato sobresaliente, en las tareas resueltas de manera incorrecta, que la confusión de la redacción del problema “*La biblioteca está en un punto diametralmente opuesto del salón de clases en el patio circular, que tiene 500 metros de diámetro*”, los alumnos consideraron en la solución que, tanto el perímetro como el diámetro, son los mismos conceptos y de esa manera consideraron el perímetro como el recorrido de Ronning.

Observemos la figura 13, donde el diámetro pasa justo en medio de la circunferencia y se refiere a una trayectoria que realiza Ronning.

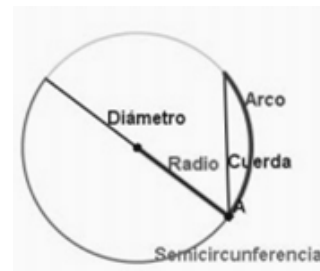
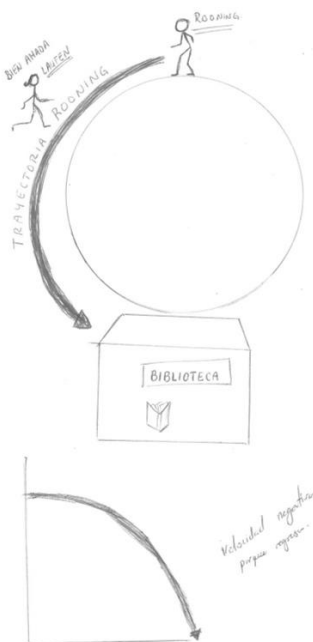


Figura 13. Elementos de una circunferencia

Fuente: Matemáticas 1º ESO

Los alumnos tomaron en cuenta el perímetro; es decir, consideraron parte del contorno de la circunferencia, como se puede apreciar en la figura 14, una tarea realizada aplicando los conceptos de manera incorrecta. Cabe aclarar que los elementos de una circunferencia son vistos como temas de geometría en segundo grado de secundaria y también como parte de la inducción a geometría en el CECyT.

10a. Interpretación errónea de los conceptos



10b. Interpretación correcta de acuerdo con la instrucción del problema.

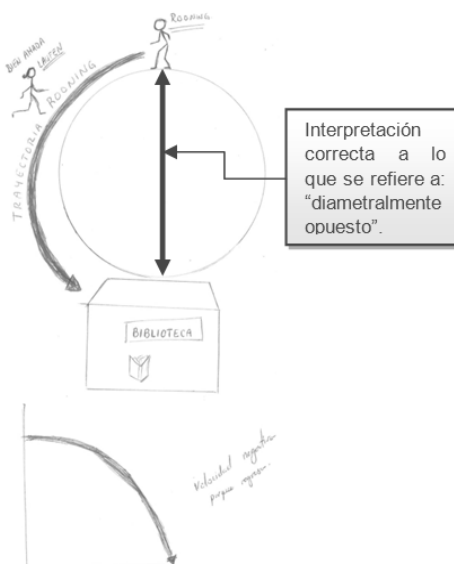


Figura 14. Solución al problema de Ronning

Fuente: Elaboración propia

Otros alumnos, no entregaron la tarea, argumentando que no comprendieron la redacción del problema.

En la figura 15, se muestra la adecuación de la taxonomía SOLO, así como los niveles alcanzados por los alumnos: uniestructural y multiestructural, que se describen a continuación.

Preestructural

Los alumnos no comprendieron los datos que se indican en el problema. Además, no identifican las variables para dar solución al problema.

Una observación por parte de los estudiantes fue, el problema era muy confuso, que de ser posible en otras ocasiones se redactara de forma más clara.

Uniestructural

Los alumnos identifican los datos clave para resolver el problema. Realizan un gráfico donde se identifican la trayectoria que realiza el personaje del problema propuesto. Confunde el concepto de trayectoria circular.

Un factor importante que se observó en la realización de esta tarea es que los alumnos confundieron parte del enunciado del problema “*diametralmente opuesto del salón de clases en el patio circular*” como el perímetro de un círculo; es decir, considerando el contorno de una forma circular; de esta manera realizaron gráficos circulares, cuando el diámetro se define como: “*Una cuerda que pasa por el centro de la circunferencia. Todo diámetro de una circunferencia es el eje de simetría de la misma. El diámetro es la mayor cuerda que se puede trazar a una circunferencia*”

Multiestructural

Los alumnos identifican los datos clave para resolver el problema; realizan un gráfico donde se observa la trayectoria que realiza el personaje del problema propuesto, además describen el recorrido de acuerdo a los tipos de movimientos (MRU, MRUA, MRUR).

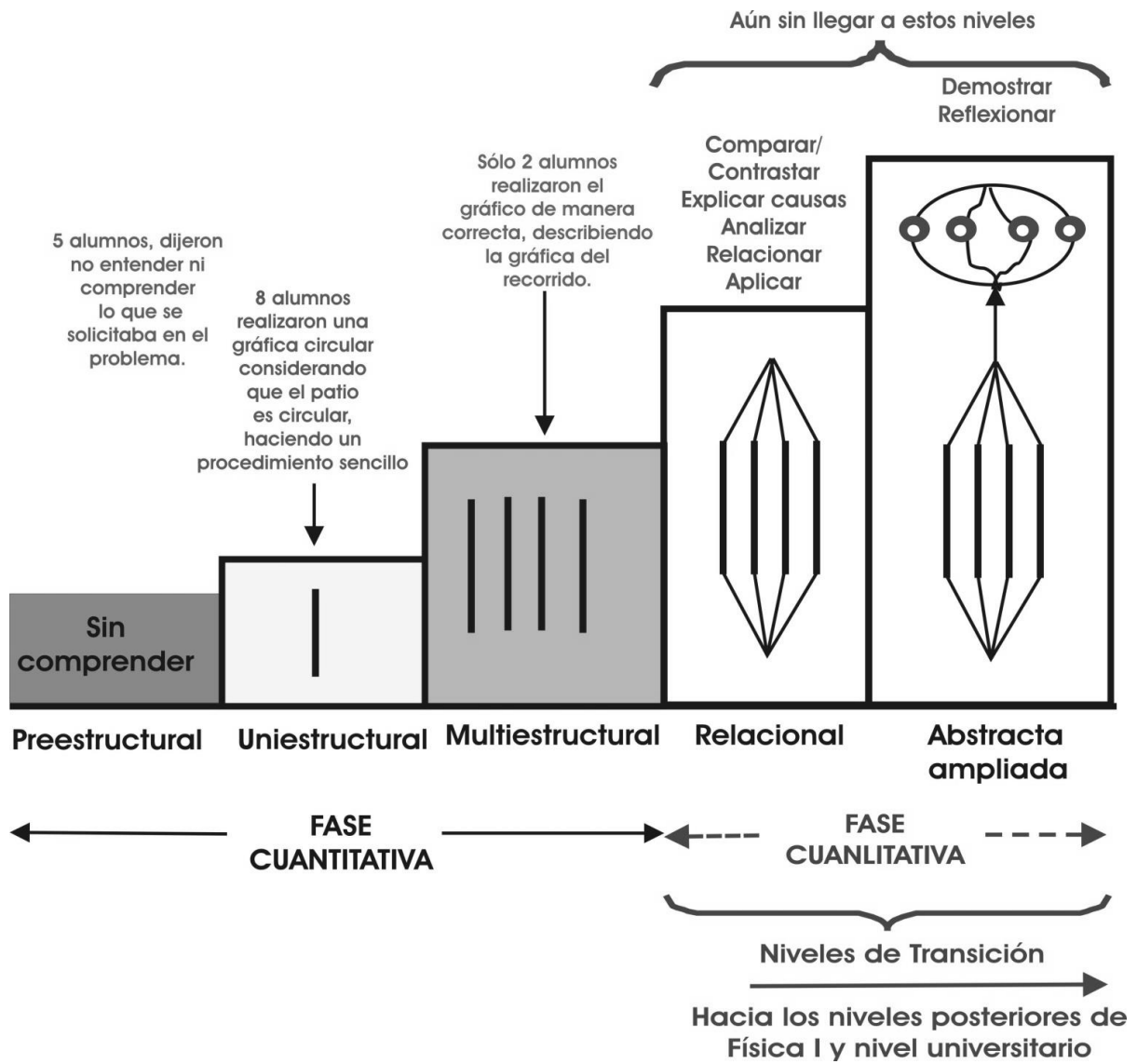


Figura 15. Adecuación de la Taxonomía SOLO, con los resultados de la tarea de Ronning

Fuente: Biggs, J. (2010) Calidad del Aprendizaje Universitario. Ed. Narcea. Madrid España.

Para los alumnos que argumentaron no haber comprendido el problema, se les solicitó resolvieron de manera correcta la retroalimentación correspondiente, dando paso a las preguntas e interacciones entre ellos, a modo de instrucción; se solicita a los alumnos que no resolvieron la tarea, consideren los aspectos relevantes para la realización de la tarea. Una vez que han sido retroalimentados por medio de sus compañeros, se tomaron en cuenta aspectos como: el lenguaje entre pares, la representación gráfica de la situación para la solución. Los alumnos realizaron la

tarea y los alumnos que interpretaron de manera errónea se percataron del error cometido en la solución del problema, la evaluación y el análisis de esta actividad se describe en el capítulo 3.

En este apartado, el papel del profesor consistió en explicar los conceptos y principios del movimiento en dos dimensiones, así como la presentación del tema y la forma en que se debe solucionar un problema de este tipo. La reflexión: ¿los alumnos realizaron la actividad de aprendizaje de manera adecuada?, se maximizó la oportunidad de que los alumnos aprendieran de manera profunda al permitir la interacción entre lo que ellos, de los alumnos que si realizaron su actividad de manera correcta.

2.6.2 Estructura y continuidad de la construcción del conocimiento: problema inventado

Para dar continuidad a la estructuración del conocimiento, se define el siguiente momento, donde los alumnos tienen que “inventar” su propio problema, considerando algunas variables y las condiciones del problema inicial tomando en cuenta el movimiento de un objeto o una persona, además llevarlo a la práctica, la variable a tomar en cuenta es el recorrido del móvil, para el análisis posterior con el software de Tracker.

Para ello se indicó previamente a los alumnos que vieran el tutorial de cómo usar Tracker (Véase anexo C), el cual es libre y gratuito, además de resolver dudas del software durante la clase.

El resultado se describe en la figura 16, considerando a los alumnos que alcanzan los niveles: uniestructural, multiestructural y relacional. Como puede observarse, se ha avanzado a otros niveles cognitivos superiores de la taxonomía SOLO.

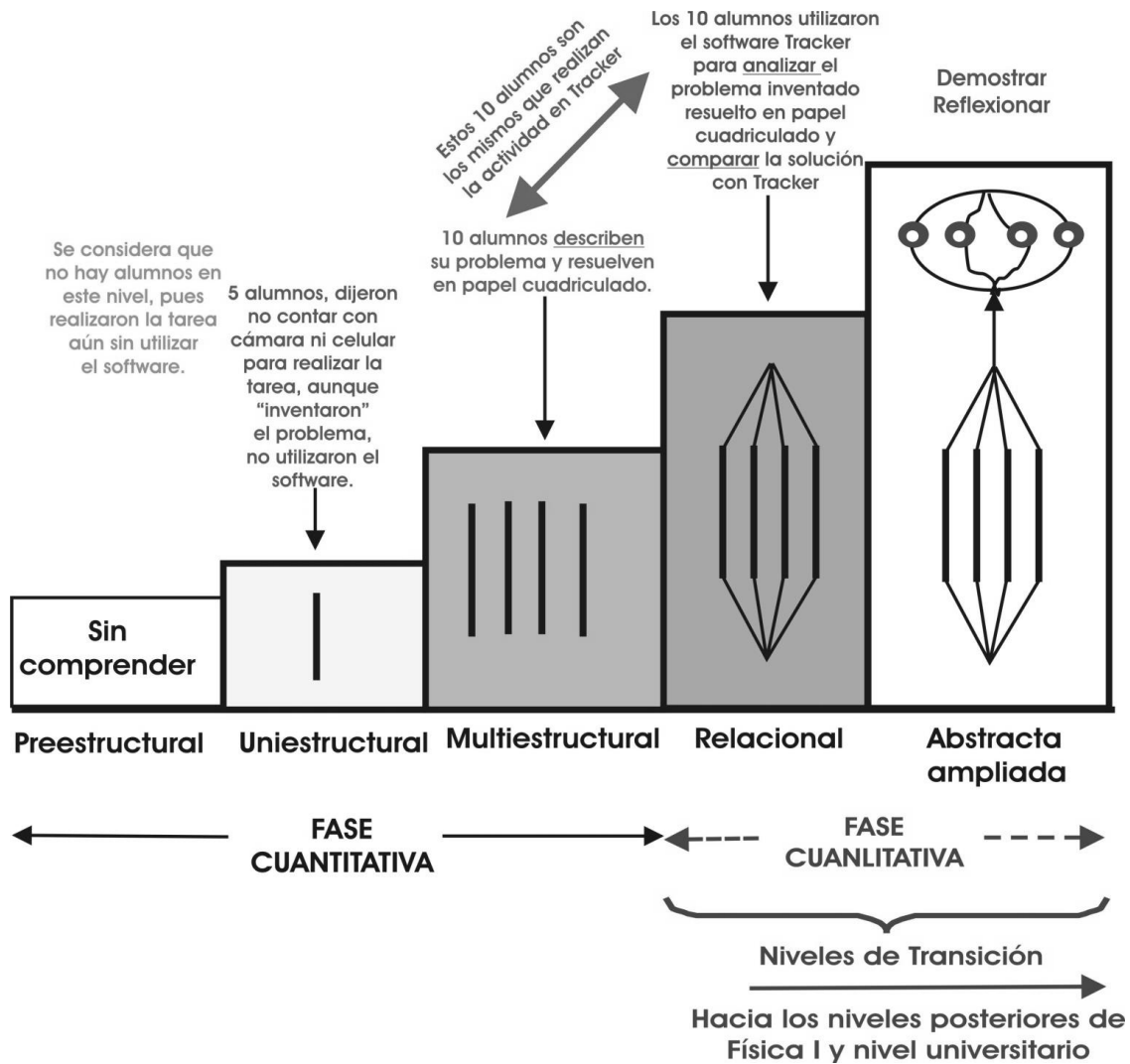


Figura 16. Adecuación de la Taxonomía SOLO, con los resultados de la tarea del problema inventado

Fuente: Biggs, J. (2010) Calidad del Aprendizaje Universitario. Ed. Narcea. Madrid España.

Obsérvese que, los 10 alumnos que realizaron su tarea en papel cuadriculado, de un problema inventado, son los 10 alumnos que realizaron su grabación del problema para el análisis y familiarización del uso de Tracker, lo que les permitió avanzar al siguiente proceso, llevar a cabo el experimento con materiales reciclables y analizar con el uso de Tracker.

Los 5 alumnos que no habían comprendido el problema, pero que posteriormente si realizaron la tarea, también inventaron su problema, pero no lo llevaron a la práctica; argumentando tres de ellos que no pudieron descargar el software, y los

otros dos alumnos no tenían una cámara de video para la grabación del experimento.

Los alumnos propusieron problemas semejantes, a los mencionados en los casos prácticos, los 10 alumnos que realizaron y llevaron a cabo su tarea de forma eficaz, utilizaron carritos y mostraron su entusiasmo al compartir con sus compañeros, afirmando que la tecnología les es útil para identificar lo que a simple vista no se puede lograr.

Aprendizajes logrados en la experiencia

Los alumnos consiguieron:

- ✓ Identificar la problemática inicial de la situación de “Ronning”, por lo cual pudieron introducirse al problema que inventaron.
- ✓ Realizaron una reproducción de la invención de su problema, con alguna adecuación para la video grabación del mismo.
- ✓ Describieron su problema con detalle, considerando los datos de inicio y la trayectoria de su objeto de estudio.
- ✓ Compararon la estrategia de resolución del problema inventado con lo que realizaron en papel cuadriculado y con el uso de Tracker.
- ✓ Llevaron el caso a la práctica donde pudieron analizar la gráfica, los valores en tabla y las variables en el problema.

Los comentarios de los alumnos se muestran a continuación:

“No conocía este software, me hubiera ahorrado tiempo para el análisis de móviles”

“Es interesante, porque lo que no logras analizar solo con la observación; lo logras con el software, porque te permite analizar cuadro por cuadro y así tu puedes ir viendo si su trayectoria es en línea recta o se detiene”

“Al principio es complicado entenderle al software porque pide que indiques posición inicial del objeto, pero una vez que le entiendes, sabes porque te pide bien la ubicación”

“Debes ser cuidadoso cuando indicas el sistema de referencia en Tracker porque si no el software hace la trayectoria que quiere, requiere que indiques bien que quieres analizar”

“Lo tuve que repetir como tres veces porque no me di cuenta que no tenía que mover la cámara, si no que Tracker sigue cualquier objeto en movimiento, solo hay que indicar bien el objeto que tiene que seguirse”

En estos comentarios se observan comentarios que incluyen verbos de los niveles multiestructural, en donde comprendieron la esencia del software y lograron la combinación de lo estudiado con la teoría. El modelo 3P permitió a situar: lo qué hacen los alumnos y monitorear las primeras interacciones entre ellos y con el manejo de la herramienta tecnológica, que se expone con mayor detalle en el siguiente apartado.

2.6.2.1 Construcción del conocimiento: actividad del aprendiz

El avance de los alumnos se identifica por medio de las tareas del problema inventado por ellos mismos, donde describen la situación para darle una solución a través de los conocimientos previos y de la integración de conceptos de movimiento que incluye también la experiencia de solución a la actividad inicial y en esa medida el alumno es más reflexivo y sofisticado en su aprendizaje.

Se muestran 3 problemas de los alumnos que resolvieron de forma correcta de acuerdo a lo “inventado”.

Actividad del aprendiz: caso 1

El problema del taxista

“David viajaba rumbo al aeropuerto en un taxi, donde tuvo que recorrer una distancia de 140 metros, y en el camino tuvieron que detenerse en un semáforo justo a la mitad del recorrido durante 4 min, porque también se le averió un neumático. Después regresó rápidamente a una refaccionaria para verificar lo del neumático. El tiempo transcurrido fue un total de 7 min”

$$V=d/t$$

$$V=140m / 240 \text{ seg.}$$

$$V=0.583 \text{ m/s}$$

$$t= 7 \text{ min} - 3 \text{ min}$$

$$t= 4 \text{ min.}$$

A continuación, se muestra en la figura 17, cómo el alumno resolvió el problema, colocando los elementos clave en el plano cartesiano, esto nos indica que el alumno va adquiriendo una forma de interpretación de los datos que intervienen en el problema.

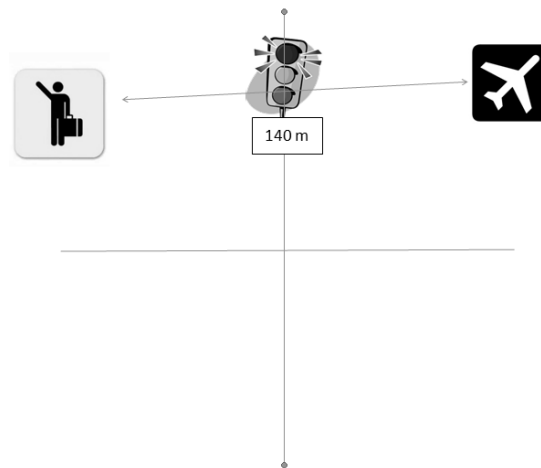


Figura 17. Representación de los elementos clave del problema inventado por el alumno.

Fuente: Elaboración propia

En la figura 18, se observa el análisis realizado por el alumno con el software de Tracker.



Figura 18. Análisis con Tracker del problema inventado por el alumno.
Fuente: Elaboración propia

La figura 19, muestra los valores ingresados al programa para realizar el análisis y muestra un menú con datos con varias opciones para el cambio de variables.

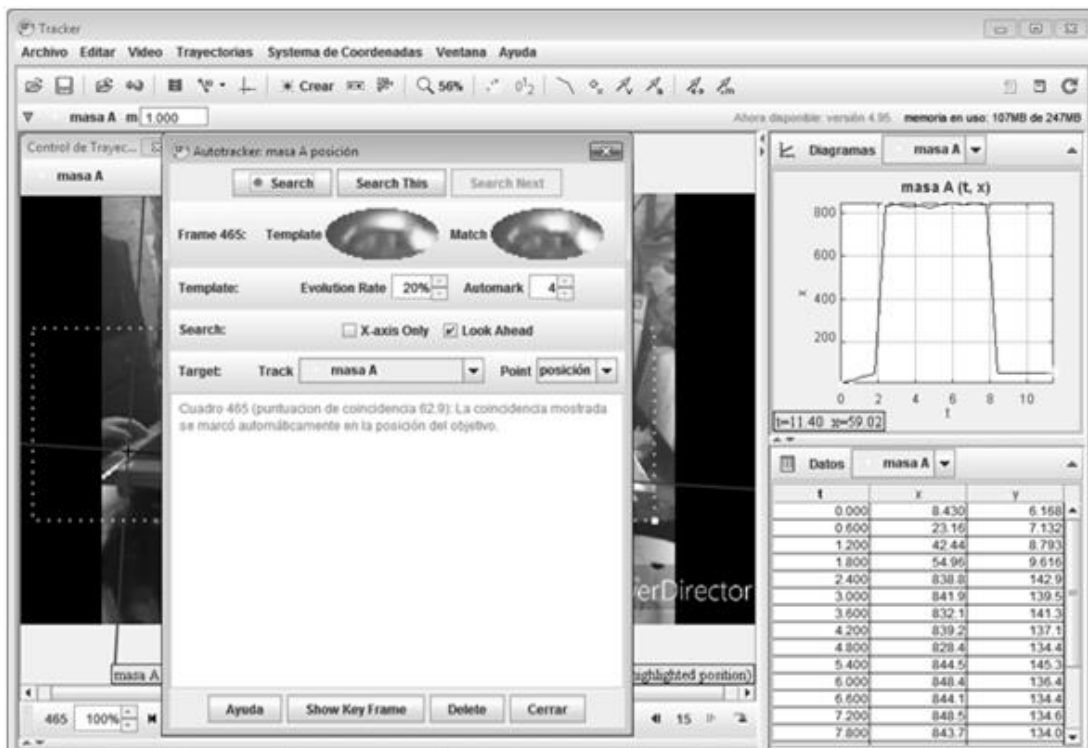


Figura 19. Análisis de datos del problema con el software de Tracker.
Fuente: Elaboración propia

Observaciones del alumno:

En la figura 15, se observa un intento de parábola (debido a la deficiente calidad de cámara de video), se observa que el objeto (carro en este caso) parte de un estado de reposo, continua con una aceleración, y después disminuye su velocidad para volver al estado inicial.

La tabla 10, muestra las conclusiones que obtuvo el alumno después de analizar sus soluciones en Tracker y en papel.

Tabla 10. Comparación de la solución del “problema inventado” en papel y Tracker

Solución del problema en papel	Solución del problema en Tracker
<i>La experiencia aquí siempre es la misma, como resolver un problema cualquiera, como en Matemáticas. Tú mismo vas marcando la trayectoria del móvil.</i>	<i>Esta experiencia, definitivamente es muy satisfactoria puesto que me permitió analizar la trayectoria del objeto; el análisis cuadro por cuadro que muestra el software te define bien los movimientos del objeto como lo es el movimiento rectilíneo acelerado y la disminución del mismo (desaceleración), con los datos y el gráfico que van sucediendo mientras va corriendo el video permiten visualizar más los movimientos.</i>

Fuente: Elaboración propia

El alumno realiza los comparativos y llega a la conclusión, fue muy eficaz analizar el problema con el uso de Tracker, se da cuenta en el análisis de cuadro por cuadro los momentos en que el objeto realiza los diferentes movimientos y que pueden ser observados de manera inmediata.

A continuación, se integran dos tareas que fueron distintas a las demás, en donde una alumna argumenta, por los tiempos que requiere Tracker, ella propuso un problema de caída libre, argumentando que la experiencia se realiza en mucho menos tiempo para el análisis con Tracker.

Actividad del aprendiz: caso 2
Problema de Caída libre

Propuesta del problema: el profesor Christopher, para demostrar a sus alumnos la caída libre sube al escritorio y deja caer un objeto desde el techo, únicamente toma el tiempo de caída.

- a) Cálculo de la altura*
- b) La tabla de datos que genera la trayectoria del objeto en caída libre.*
- c) La gráfica de la trayectoria del objeto en caída libre.*

Realizando el experimento, el tiempo de caída fue de 0,85 segundos.

La alumna hace una descripción detallada de lo que sucede.

“En la gráfica podemos observar algunos valores negativos, que de acuerdo con la teoría es correcto, pues el objeto va en caída libre (hacia abajo). Tuve que repetir tres veces el experimento porque siempre me daba lo mismo. En la gráfica, en la parte inferior hay una variación, se ve como si el objeto subió y bajó. La verdad no entendía supuse que estaba mal. Pero me fije muy bien que pasaba y el objeto lanzado, rebotaba y volvía a caer, entonces ya no repetí el experimento, creo que estoy bien por el hecho de que rebota el objeto; o sea, que vuelve a irse hacia arriba. Es un programa excelente, que me permitió darme cuenta de esto”.

En la figura 20, se muestra la simulación del experimento inventado por la alumna y en la figura 21, la gráfica que resultó del lanzamiento del objeto en caída libre.



Figura 20. Lanzamiento de un objeto desde el techo

Fuente: *Elaboración propia*

t	x	y
7.67	-23.45	-1.75963
7.73	-20.15	-1.67493
7.79	-14.29	-1.50663
8.67	-12.46	-1.38363
8.73	-11.77	-1.25563
9.05	-8.23	-1.12563
9.67	-3.842	-1.00463
9.73	4.084	-0.99313
9.95	5.992	-0.97743
10.17	27.16	-0.93103
10.23	36.88	-0.87513
10.55	42.32	-0.74713
10.67	47.08	-0.52413
10.73	49.18	-0.35513
10.95	52.04	-0.21113
10.97	54.54	-0.38113
11.17	61.24	-0.62113
11.23	59.48	-0.84113
11.37	63.22	-1.22113
11.43	62.12	-0.80113
11.55	64.13	-0.21113
11.67	64.92	-0.59113
11.73	65.17	-0.24113
11.95	65.65	-0.39113

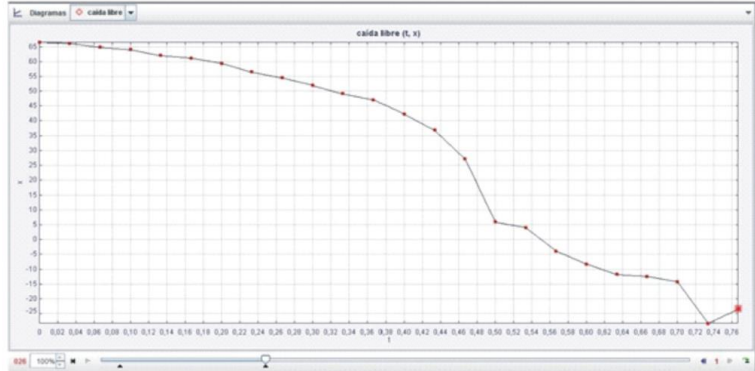
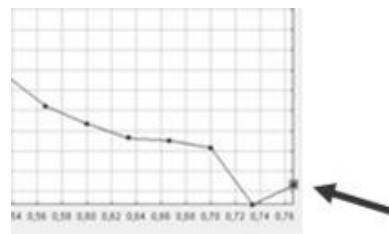


Figura 21. Gráfica de altura contra tiempo del objeto lanzado.

Fuente: *Elaboración propia.*

En la figura 22, la alumna descubre que en la parte inferior hay una perturbación con la línea mostrada hacia arriba, inicialmente la alumna considera que hay un error, pero finalmente expresa que el objeto lanzado verticalmente hacia abajo realiza un rebote.



Aquí es donde la alumna se percató que el objeto rebota y por eso se demuestra en la gráfica un recta ascendente.

Figura 22. Gráfica de la perturbación de la gráfica debido al rebote del objeto.

Fuente: *elaboración propia*

La tabla 11, muestra la conclusión a partir de comparación de la solución del problema en papel y Tracker.

Tabla 11. Comparación de la solución en Tracker y papel del problema inventado, alumna 2

Solución del problema en papel	Solución del problema en Tracker
<i>El gráfico que realice en papel es muy semejante al que resulto en Tracker, aunque en la parte inferior derecha no lo tengo así, se me hizo muy curioso y por eso repetí el experimento 5 veces. Finalmente, por el tiempo utilizado de 2 segundos es muy factible analizarlo.</i>	<i>La repetición del experimento y sobre todo el análisis en Tracker me permitió distinguir el efecto del rebote que ocurría, utilicé una lapicera para realizar esta demostración como es un objeto tridimensional (forma de prisma recto), entonces tiene el efecto de rebotar por la parte larga. Entonces, eso es lo que se ve en la gráfica. Me parece muy interesante hacer muchas repeticiones del experimento, pero sobre todo que se pueden analizar en cuestión de minutos las veces que sea necesaria, con una precisión que yo considero muy exacta.</i>

Fuente: Elaboración propia

Actividad del aprendiz: caso 3
Problema de tiro parabólico

Se lanza una pelota de tenis de una altura de dos metros, la cual hace una trayectoria parabólica. Verifique la parte experimental usando el programa de Tracker para conocer la trayectoria y tiempos. (Como puede observarse el alumno cambió un poco la redacción, porque su fin era verificar qué sucedía con Tracker).



Figura 23. Trayectoria del lanzamiento de la pelota de tenis, analizado con Tracker

Fuente: Elaboración propia

Como puede observarse en la figura 23, hay un rebote de la pelota tenis que es lo que podemos observar en la parte final de la gráfica y efectivamente, se comprobó con cronómetro en mano que, tardo 4 segundos en hacer la trayectoria. Mientras que Tracker hace una medición de tiempo más precisa.

En la tabla 12, se observa las conclusiones de comparación que la alumna realiza después del análisis realizado.

Tabla 12. Comparación de la solución en Tracker y papel del problema inventado, alumna 2

Solución del problema en papel	Solución del problema en Tracker
<i>Primero hice el Tracker y después realicé la gráfica en papel, sé que estuvo incorrecto, pero salió lo mismo.</i>	<i>Considero que el análisis en Tracker es muy preciso, me gustó mucho utilizar el software, porque te permite observar los mínimos detalles de movimiento que realiza el objeto en cuestión.</i>

Fuente: Elaboración propia

Se observa que los alumnos, no sólo se quedan con el análisis del movimiento uniforme acelerado, sino que además realizan el análisis de otros movimientos en el plano, constatando lo que se ve en clase de manera teórica.

Las evidencias antes mostradas son concluyentes para indicar que los alumnos ya no se encuentran en un nivel superficial, han avanzado a niveles cognitivos superiores de la taxonomía SOLO antes expuesta, pues en las conclusiones muestran con argumentos fundamentados en la teoría el conocimiento alcanzado.

2.6.3 Concientización de la construcción del conocimiento

Lo que edifica la base de conocimientos, es lo que los alumnos utilizan, a partir de los métodos y técnicas que conforman la actividad de aprendizaje en un contexto de alineamiento constructivo. Es así, como los alumnos fueron conscientes de lo que hacen, comprueban y hasta qué punto lo hacen bien, constatando los conceptos teóricos estudiados con las destrezas que tienen y adquieren durante el proceso de la invención de su problema, llevándolo a la práctica experimental, pero además también haciendo uso de herramientas tecnológicas, como es el caso del uso de Tracker.

De acuerdo con la definición de MRUA y caída libre de objetos, los alumnos interpretan los conceptos de MRUA de la siguiente forma, de acuerdo con la actividad realizada.

Tenemos el comparativo de lo que analizaron en MRUA y la definición antes expuesta.

Concepto de MRUA

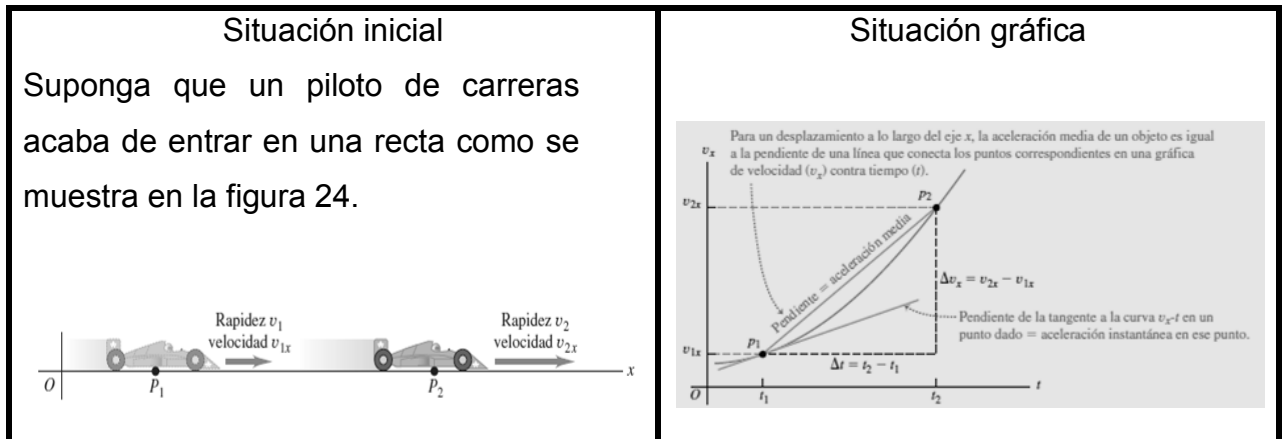


Figura 24. Representación y gráfica del piloto de carreras, viajando en línea recta.

Fuente: Sears, F., Zemansky, M., Young, H. D., & Freedman, R. (2009). Física universitaria vol. 1. México: Addison Wesley

Concepto interpretado por alumnos

Situación inicial

“David viajaba rumbo al aeropuerto en un taxi, donde tuvo que recorrer una distancia de 140 metros, y en el camino tuvieron que detenerse en un semáforo justo a la mitad del recorrido durante 4 min. porque también se le averió un neumático. Después regresó rápidamente a una refaccionaria para verificar lo del neumático. El tiempo transcurrido fue un total de 7 min”

Solución

El tiempo transcurrido fue un total de 7 min.

$$V=d/t$$

$$t= 7 \text{ min} - 3 \text{ min}$$

$$V=140\text{m} / 240$$

seg.

$$t= 4 \text{ min.}$$

$$V=0.583 \text{ m/s}$$

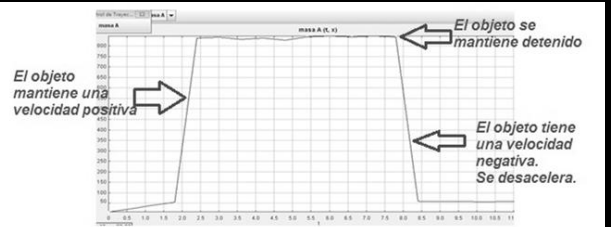


Figura 25. Gráfica de MRUA

Fuente: Elaboración propia

La figura 25, muestra la velocidad del objeto al inicio, la cual es positiva, después se detiene unos minutos en el semáforo y por lo del neumático, lo que se observa en la parte superior del gráfico en forma recta, para después emprender el regreso a una refaccionaria donde se observa una velocidad negativa

Concepto de caída libre


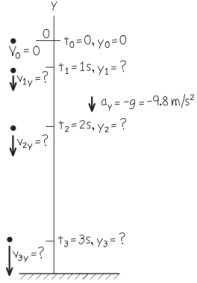
Situación inicial	Situación gráfica
<p>La figura 26, muestra la caída de una pelota que cae tomada con una lámpara que produce una serie de destellos intensos a intervalos iguales.</p> 	<p>Cae libremente significa que “tiene una aceleración constante debida a la gravedad”</p> 

Figura 26. Objeto en caída libre y su gráfico

Fuente: Sears, F., Zemansky, M., Young, H. D., & Freedman, R. (1999). Física universitaria vol. 1. México: Addison Wesley Longman.

Concepto interpretado por alumnos

Situación planteada y solución con Tracker

El profesor Christopher, para demostrar a sus alumnos la caída libre sube al escritorio y deja caer un objeto desde el techo, únicamente toma el tiempo de caída.

- Cálculo de la altura*
- La tabla de datos que genera la trayectoria del objeto en caída libre.*
- La gráfica de la trayectoria del objeto en caída libre.*

En la figura 27, se muestra el aprendizaje que la alumna adquirió durante el proceso del experimento de acuerdo al problema inventado.



t	x	y
0.00	0.000	0.000
0.02	0.000	-0.392
0.04	0.000	-1.568
0.06	0.000	-3.528
0.08	0.000	-6.272
0.10	0.000	-9.800
0.12	0.000	-14.112
0.14	0.000	-19.312
0.16	0.000	-25.400
0.18	0.000	-32.376
0.20	0.000	-40.240
0.22	0.000	-48.992
0.24	0.000	-58.632
0.26	0.000	-69.160
0.28	0.000	-80.576
0.30	0.000	-92.880
0.32	0.000	-106.072
0.34	0.000	-120.152
0.36	0.000	-135.120
0.38	0.000	-150.976
0.40	0.000	-167.720
0.42	0.000	-185.352
0.44	0.000	-203.872
0.46	0.000	-223.280
0.48	0.000	-243.576
0.50	0.000	-264.760
0.52	0.000	-286.832
0.54	0.000	-309.792
0.56	0.000	-333.640
0.58	0.000	-358.376
0.60	0.000	-384.000
0.62	0.000	-410.512
0.64	0.000	-437.912
0.66	0.000	-466.200
0.68	0.000	-495.376
0.70	0.000	-525.440
0.72	0.000	-556.392
0.74	0.000	-588.232
0.76	0.000	-620.960
0.78	0.000	-654.576
0.80	0.000	-689.080
0.82	0.000	-724.472
0.84	0.000	-760.752
0.86	0.000	-797.920
0.88	0.000	-835.976
0.90	0.000	-874.920
0.92	0.000	-914.752
0.94	0.000	-955.472
0.96	0.000	-997.080
0.98	0.000	-1039.576
1.00	0.000	-1082.960

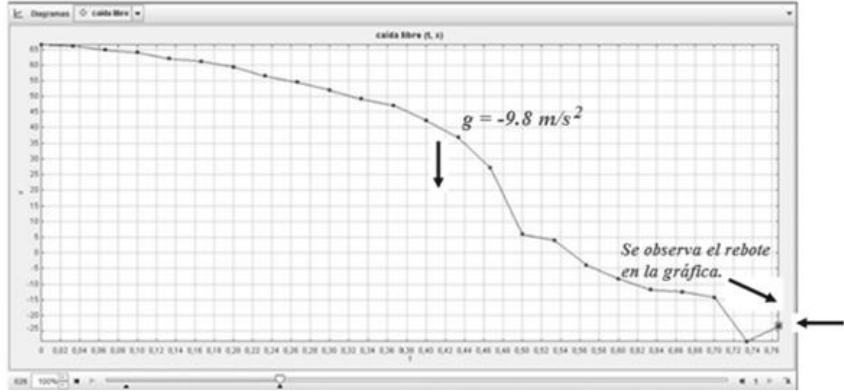


Figura 27. Interpretación del movimiento por parte de la alumna
 Fuente: Elaboración propia

Concepto de tiro parabólico

Situación inicial

Una piedra es lanzada hacia arriba desde lo alto de un edificio, a un ángulo de 30° con la horizontal, y con una rapidez inicial de 20.0 m/s , como se muestra en la figura 28 y su gráfico en la figura 29. La altura del edificio es de 45.0 m . ¿Cuánto tarda la piedra en llegar al suelo?

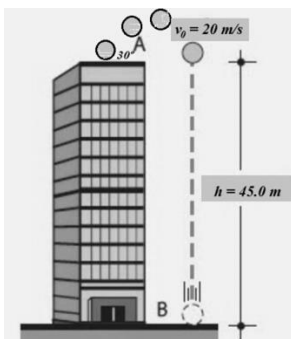


Figura 28. Representación del lanzamiento de una piedra
 Fuente: Elaboración propia

Situación gráfica



Figura 29. Gráfica de tiro parabólico
 Fuente: Sears, F., Zemansky, M., Young, H. D., & Freedman, R. (2009). Física universitaria vol. 1. México: Addison Wesley

Concepto interpretado por alumnos

Situación inicial

Se lanza una pelota de tenis de una altura de dos metros, la cual hace una trayectoria parabólica. Verifique la parte experimental usando el programa de Tracker para conocer la trayectoria y tiempos.

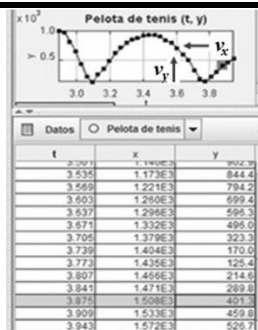


Figura 30. Situación gráfica con Tracker

Fuente: Elaboración propia

Con esta actividad, los alumnos han logrado integrar los conocimientos previos que habían logrado conjuntar en los otros niveles de estudio e integrado los conocimientos teóricos contenidos en la unidad de aprendizaje en Física. Esta actividad ha logrado conjuntar algunos conceptos que tenían dispersos, además dio pauta para la siguiente actividad de construcción del conocimiento, para formar cimientos más sólidos en su aprendizaje y de esta manera aterrizar en un enfoque profundo.

En el siguiente apartado se describe la experimentación fuera del aula: la construcción de un cohete hidráulico y su análisis con Tracker, integrando los conocimientos de manera activa e interactiva con sus compañeros, facilitando el aprendizaje, pero sobre todo la fijación de la atención de lo que los estudiantes realizan.

2.7 La experimentación fuera del aula con manejo de TIC: el hecho de la actividad

Según Biggs (2010), estar activo mientras se aprende es mejor que estar inactivo: la actividad es un bien en sí misma. De acuerdo con MacKenzie y White (1982), existe una fuerte correlación entre el grado de actividad y la eficiencia del

aprendizaje, cuando el alumno interacciona, se logra la atención y concentración, derivando en la excitación, volviéndose el aprendizaje más eficiente.

En esta actividad, los alumnos construyeron el cohete hidráulico, probaron su funcionamiento y ubicaron el lugar donde debían grabar el experimento. Los alumnos se mantuvieron en acción, corriendo de un lado a otro para ver donde caía el cohete construido, moviéndose de un lado a otro para situar el mejor lugar para la grabación además de mantenerlos dinámicos, pues inicialmente el experimento estaba diseñado para trabajar exclusivamente con agua, pero los alumnos tomaron como variante mentas y refresco de cola, lo que permitió un mayor impulso en su cohete. La actividad esta adecuada a los objetivos académicos curriculares propuestos y también a las competencias requeridas por el programa y plan de estudios vigentes del centro de estudios.

El hecho de que los alumnos se estuvieran moviendo de un lugar a otro, es parte del objetivo, pues se está estudiando el movimiento, también grabaron los hechos del movimiento y estuvieron pendientes de las trayectorias realizadas por el cohete, lo que permite concluir que entre más AEA, relacionadas al tema del curso, estén vinculadas a múltiples modalidades sensoriales, mejor será el aprendizaje (Biggs, 2010, p. 106).

La tabla 13, muestra la forma en que aprendemos la mayoría de las personas por medio de las múltiples modalidades sensoriales.

Tabla 13.

Porcentajes de cómo aprende la mayoría de las personas

-
- El 10% de lo que lee
 - El 20% de lo que oye
 - El 30% de lo que se ve
 - El 50% de lo que ve y oye
 - El 70% de lo que habla con otros
 - El 80% de lo que utiliza y hace en la vida real
 - El 95% de lo que enseña a otras personas.

Fuente: Atribuido a William Glasser; citado en Association for Supervision and Curriculum Development Guide 1988. (Biggs, 2010, p. 106)

De acuerdo con la tabla 13, se adecuo la actividad para que los alumnos utilizaran e hicieran algo más vivencial, como reto es lograr el aprendizaje profundo.

La experiencia definida y realizada en el apartado anterior, dio paso a la actividad experimental del “cohete hidráulico” y al uso de Tracker.

Para la experimentación del cohete hidráulico se utilizaron los siguientes materiales.

- Botella de plástico con capacidad de 1 litro vacía.
- Válvula para inflar llantas para bicicletas.
- Bomba para inflar llantas para bicicletas.
- Cámara o celular con cámara.
- Un tapón de corcho
- Cinta adhesiva
- Plastilina

Los alumnos antes de iniciar con el experimento, en el patio central de la institución, realizaron preguntas para despejar posibles dudas, las cuales no tuvieron respuestas, para permitir que lo descubrieran por ellos mismos.

La actividad dirigida por el profesor; en este caso, que se llevó a cabo fuera del aula, se considera experimental; en donde los alumnos procedieron y aplicaron los conceptos que aprendieron de los tres tipos de movimiento.

Algunas preguntas previas al experimento fueron:

“¿Es necesario utilizar el cronómetro para los tiempos de lanzamiento del cohete, así como la caída del mismo?”

“¿Para calcular la velocidad de despegue, se requiere el tiempo? Y no nos pidió cronómetro”

“En las ecuaciones del movimiento en el plano se requiere de la variable del tiempo, ¿cómo haremos para determinarlo durante la experimentación?”

“En la tabla se nos pide el tiempo de subida y de bajada del cohete, pero no hay cronómetro.”

Estaba previamente planeado evitar responder, si los alumnos podían utilizar el cronómetro.

La actividad y forma de aprendizaje, que se describe en este apartado, fue dirigida por los mismos alumnos, entre compañeros de clase mediante la colaboración espontánea en donde la forma de aprendizaje fue el trabajo colaborativo que

permitió la autocomprensión, y el objetivo, es que los alumnos descubran en mediante la observación y comprensión del por qué no es necesario utilizar el cronómetro y tampoco una tabla de registro.

2.7.1 La experimentación

En este apartado se adecua la actividad hacia la experimentación y los alumnos realizaron la actividad fuera del aula, volviéndose una experiencia práctica. Sin embargo, para evitar se convierta en una actividad de ocio o de diversión, la actividad fue diseñada para mantener al alumno alerta ante cualquier situación en el experimento y dando sugerencias de solución, pues la actividad al ser realizada en el patio escolar podía prestarse a distracciones. Biggs (2010, p. 116) cita a (Collier, 1983; Johnson y Johnson, 1990; Topping, 1996) existen pruebas de que la interacción entre estudiantes, tanto, estructurada formalmente como espontánea, puede enriquecer los resultados del aprendizaje.

Los alumnos se concentraron en el patio central de la institución, para iniciar con su experimento.

Durante las primeras pruebas para volar el cohete hidráulico, los equipos de trabajo decidieron tomar en cuenta el tiempo con el cronómetro. Sin embargo, no les fue posible cronometrar el tiempo puesto que era cuestión de milisegundos y no está estaba determinado en qué momento saldría disparado. Los alumnos descubrieron que no era necesario utilizar el cronómetro, pues mediante la grabación del experimento se tenía el tiempo y además la trayectoria del cohete, así como los movimientos que seguía.

La tabla 14, muestra los inconvenientes que se presentaron durante el experimento en el patio central.

Los alumnos se mantuvieron motivados en todo momento del experimento, además, experimentaron lo qué sucedía al vaciar refresco de cola y mentoles, en lugar de agua, en la botella para comparar velocidades con respecto al experimento con agua.

Tabla 14:

Ventajas y desventajas durante la experimentación

DURANTE EL PROCESO DEL EXPERIMENTO	
Ventajas	Desventajas
<ol style="list-style-type: none">1. El espacio era el adecuado para experimentar.2. El uso de la cámara permitió que se dieran cuenta de los errores que estaban cometiendo: por ejemplo, intentar cronometrar el tiempo.3. Se dieron cuenta que, si había movimiento de la cámara al grabar, esto no podría analizarse con Tracker posteriormente.4. Se ubicaron en posiciones clave para la grabación, porque no en todos los puntos se podía realizar la grabación.5. Trabajo en equipo y de colaboración, al estar intercambiado ideas de cómo grabar el movimiento y de si era necesario medir el tiempo.6. Observación de los tipos de movimiento y comparativo de las ecuaciones en cada tipo de movimiento.	<ol style="list-style-type: none">1. No se podía medir el tiempo, el cohete salía disparado de manera inmediata y no estaban preparados para registrar el tiempo.2. Concentración en el tiempo y se olvidaban de realizar la grabación.3. No se percataban de los movimientos que realizaba el cohete, por estar al pendiente de la medición del tiempo.

Fuente: Elaboración propia

El aprendizaje fuera del aula, requiere de las destrezas de autodirección que, en todo caso, debe estimular la enseñanza. Cabe señalar, hubo una instrucción

formalizada con algunas restricciones, como no indicar a los alumnos que usaran el cronómetro, para la medición del tiempo.

El trabajo experimental se realizó sin contratiempos, al recibir el apoyo por parte del centro de estudios, acordonando la zona del patio central para que los alumnos trabajaran de la mejor manera con su experimento.

La población que se atiende, provienen de distintas colonias del área metropolitana. Algunos de ellos viven en la ciudad de México y otros viven en el Estado de México, finalmente esta población debe ser atendida y para ello se toma en cuenta los componentes del modelo 3P:

1. El clima que creemos en nuestras interacciones con los estudiantes.
2. El clima institucional, las reglas y procedimientos que tengamos que cumplir.

Los elementos anteriores permiten centrar la enseñanza en el alineamiento constructivo, que también incluye la evaluación de los métodos de la enseñanza.

En las figuras 31 – 34, muestran: la experimentación que se llevó a cabo en el patio central; los alumnos buscaron un lugar estratégico para lanzar el cohete y que éste pudiera ser grabado. Hicieron varias repeticiones para lograr una grabación adecuada del experimento sin mover la cámara, para su posterior análisis con Tracker.

La grabación la hicieron en el segundo nivel del edificio de enfrente donde realizaban las pruebas del cohete hidráulico.



Figura 31. Alumnos haciendo pruebas para el lanzamiento

Fuente: Elaboración propia



Figura 32. Alumnos realizando las repeticiones del lanzamiento del cohete hidráulico

Fuente: Elaboración propia



Figura 33. Alumnos ubicando el lugar estratégico para la grabación del lanzamiento

Fuente: Elaboración propia



Figura 34. Alumnos analizando las pruebas de lanzamiento

Fuente: Elaboración propia

El resultado final, fue de gran aprendizaje tanto, para los alumnos, como para la propia reflexión del docente, donde se rescataron las evaluaciones con una visión cualitativa del aprendizaje.

A medida que se va produciendo el aprendizaje, se apoya sobre los conocimientos previos y su estructura se hace más compleja. En consecuencia, la evaluación debe informar del estado de complejidad, la calificación de la evaluación no es una cuantitativa, sino un enunciado o categoría que describa el grado de cumplimiento de los objetivos (Biggs, 2010, p. 189). Este tipo de evaluación se vincula con los elementos recuperados de los alumnos y se describen en el siguiente apartado.

2.8 Evaluación cuantitativa: resultado de aprendizaje-comentarios

En este apartado se describen los comentarios que se obtienen de los alumnos y que se compara con el objetivo curricular propuesto, para verificar que efectivamente, los alumnos alcanzaron los niveles cognitivos superiores de la taxonomía SOLO, una evaluación de tipo cualitativa que permitió la retroinformación y que da continuidad al modelo 3P con el producto.

Producto

En la figura 35, se muestra la evidencia a través hechos por parte de los alumnos, del tipo cuantitativo de algunos alumnos, que corresponden al equipo que no alcanza el nivel Relacional de la taxonomía SOLO, basándose sólo en lo que les gusto, sin rescatar lo aprendido.

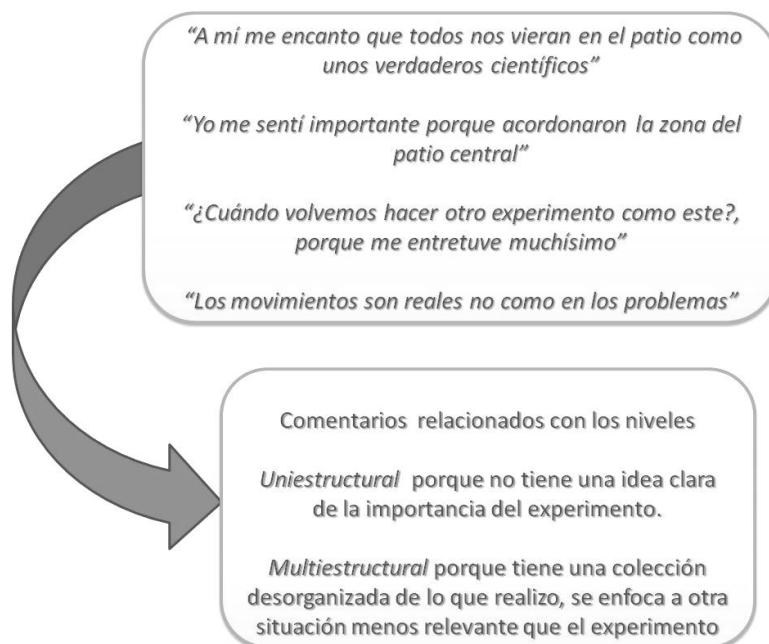


Figura 35. Evidencia con elementos que se consideran con enfoque superficial

Fuente: Elaboración propia

Como puede observarse los alumnos utilizan verbos como: ver, sentir y entretener; los cuales no son descritos dentro de la taxonomía SOLO y como se mencionaba en el apartado 2.7, tabla 13, los alumnos están asociando el aprendizaje más hacia la modalidad sensorial de ver y sentir, es importante resaltar, estos alumnos que describen los comentarios anteriores, son los mismos alumnos que no lograron realizar la actividad inicial de Ronning y tampoco realizaron el análisis con Tracker con el software de Tracker.

En la figura 36, se muestran los comentarios de tipo cualitativo de alumnos que integraron los equipos que alcanzaron los niveles más avanzados de la taxonomía SOLO, basándose, en el argumento de lo que aprendieron acerca del concepto de movimiento. Reiterando nuevamente la tabla 13 del apartado 2.7, los alumnos están asociando el aprendizaje a la modalidad de lo que habla con otros; es decir, de la interacción que realiza con sus compañeros durante la experimentación; también se

asocia a lo que utiliza y hace mediante la destreza de la construcción y funcionamiento de su cohete hidráulico, en los comentarios se puede observar los verbos: hacer, trabajar, observar, pensar, comprobar, experimentar y formular, los cuales están más apegados a los verbos de nivel superior de la taxonomía SOLO, descritos en la adecuación del plan y programa del Centro de Estudios (Véase anexo B).

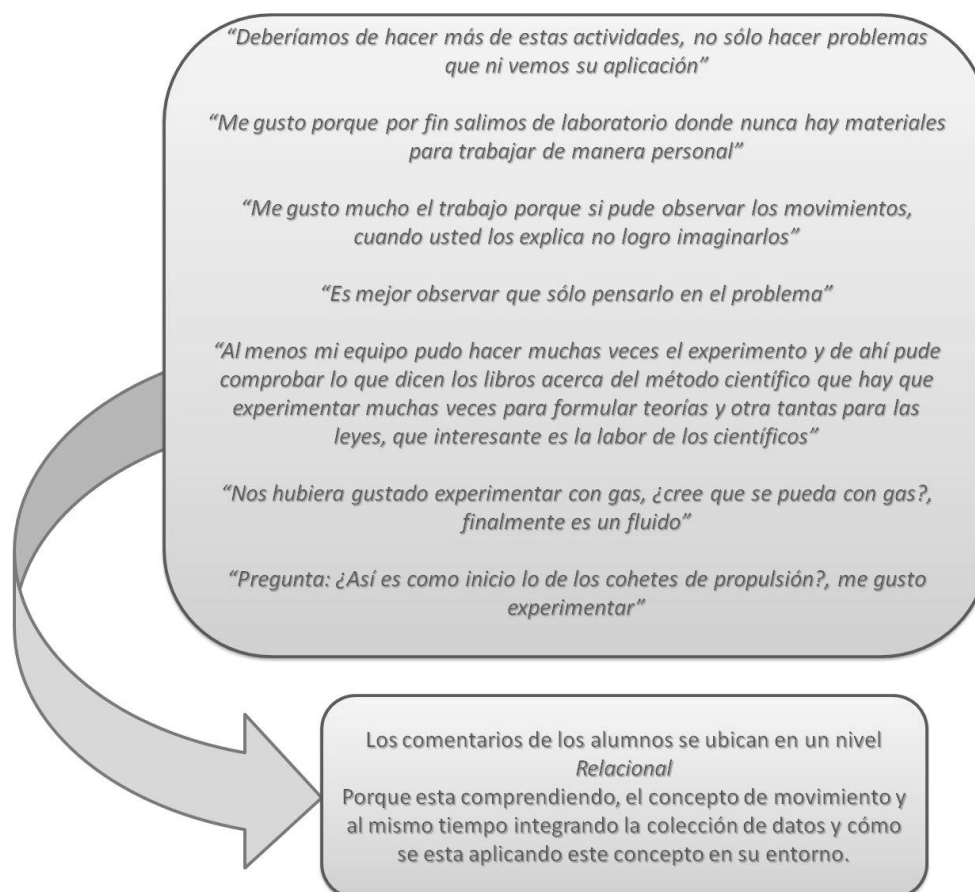


Figura 36. Evidencia con elementos que se consideran con enfoque profundo

Fuente: Elaboración propia

Los alumnos han avanzado en los niveles de comprensión; el proceso cognitivo ha ido de menos a más, ya no solo memorizan e identifican, ahora avanzan hacia la descripción, reflexionan y demuestran la teoría con la experimentación.

Los alumnos comprendieron el concepto, al ir realizando gradualmente sus actividades, desde el resultado en papel, realizando la actividad del problema

inventado y además están agregando preguntas a su aprendizaje que están integrando. También están observando cómo y de qué otra forma se aplica estos conceptos en su entorno, enlazando su conocimiento de la primera unidad como el caso del método científico en la experimentación del “cohete hidráulico”. Por lo que se encuentran en un nivel Relacional de la taxonomía SOLO, como se muestra en la figura 37.

La experiencia anterior, ha sido un trabajo enriquecedor, para analizar los resultados y permitir ajustes más detallados en cuestión de la implementación de actividades de aprendizaje.

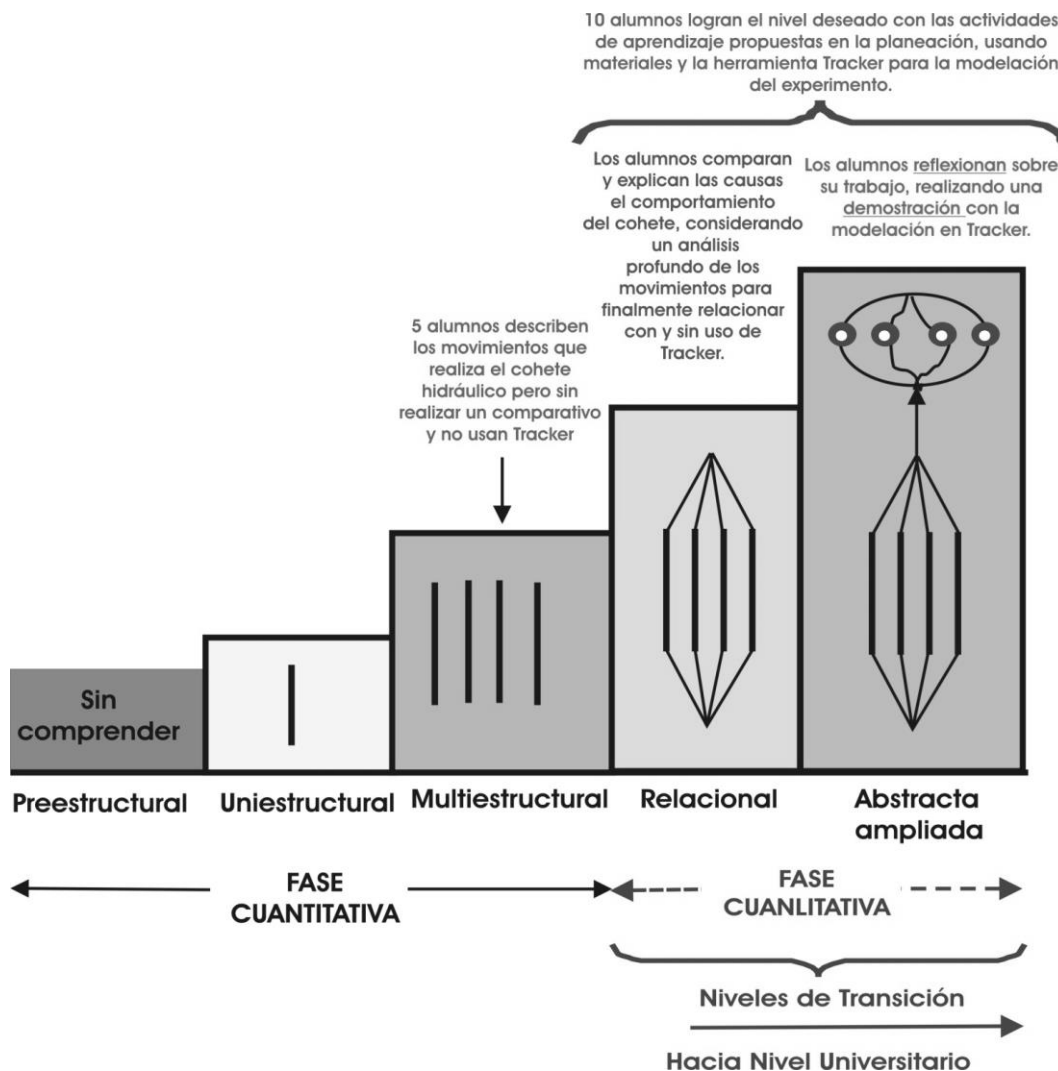


Figura 37. Adecuación de verbos de la Taxonomía SOLO, logrado por los alumnos de Física

Fuente: Biggs, J. (2010) Calidad del Aprendizaje Universitario. Ed. Narcea. Madrid España.

En este capítulo realizamos la implementación del cambio adecuando la planeación hacia un alineamiento constructivo; la alineación del objetivo curricular, actividades de aprendizaje que son las que se propusieron al inicio con la problematización del caso de “Ronning” y donde los alumnos llevaron a cabo el proceso de aprendizaje; y finalmente, las tareas de evaluación de estas actividades, también se aplicó ítems para la evaluación del tipo cuantitativo y así realizar un comparativo de la verificación de los aprendizajes construidos y que se explica en el siguiente capítulo.

CAPÍTULO 3. SUPERVISIÓN DEL CAMBIO LA EVALUACIÓN COMO PARTE DE LA ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE

*Si la emoción puede crear una acción física,
entonces duplicar la acción física puede recrear la emoción.*

Chuck Palahniuk

Componente principal del aprendizaje profundo: la motivación.

En este capítulo, se aborda la supervisión del cambio a través de la evaluación de las actividades de aprendizaje que se propusieron en la planeación que, en parte, fueron dirigidas por el profesor. Aunque la información inicial dada a los alumnos partió de una forma unidireccional, los alumnos contribuyeron a hacer preguntas y participaciones que retroalimentaron la práctica y reforzaron los conocimientos previos. Asimismo, otra actividad de aprendizaje para los alumnos que permite observar el cambio son las experiencias <<prácticas>> y se llevó a cabo en el momento que se diseñó la experiencia para la observación, análisis, comparación y relación de los movimientos involucrados en el experimento, posteriormente se analizaron con el instrumento de mediación tecnológica Tracker. La experiencia se vincula con el conocimiento declarativo propuesto en la planeación.

También se tomó en cuenta el aprendizaje flexible (Beattie y James, 1997) considerando las cuatro categorías de actividades de este aprendizaje, para este caso es la utilización de las TIC con el uso del software Tracker.

Para el Aprendizaje Fuera del Aula (AFA), se consideran actividades y formas de aprendizaje para promover el aprendizaje profundo, en este trabajo se consideró:

- ✓ Dirigidas por el docente
 - Laboratorio; donde la propuesta fue el procedimiento para llevar a cabo el cohete hidráulico y la aplicación de la teoría llevada a la práctica.
- ✓ Dirigidas por compañeros
 - Colaboración espontánea; mediante la retroalimentación entre compañeros que lleva a la autocomprensión de lo que se está experimentando.

Finalmente, la tarea final consistió en un reporte de parte de los alumnos que considera lo aprendido durante el proceso, la experimentación y además la conclusión de los movimientos en dos dimensiones con argumentación que constatan con la teoría

3.1 Análisis de los resultados: en camino de la mejora continua

El Aprendizaje Fuera del Aula (AFA) esta modalidad supone que el aprendiz se responsabilice del aprendizaje, mientras que el aprendizaje flexible involucra activamente a los alumnos, con ello se obtuvieron los resultados de aprendizaje deseado.

La taxonomía SOLO, se adecua al nivel medio superior, considerando el plan y programa de estudios de la unidad de aprendizaje.

Como referimos anteriormente, un grupo de 5 alumnos se ubica en el nivel Uniestructural de la taxonomía SOLO correspondiente a la fase cuantitativa. En el ejercicio con Tracker, se observa que los mismos 5 alumnos avanzaron al nivel Multiestructural pues solo describen los movimientos sin llegar a un análisis más profundo, no hacen la combinación de los tres momentos en su video, además no utilizaron Tracker para el análisis, argumentando que no lo pudieron descargar o que no tenían computadora para realizar la actividad

Los dos equipos de alumnos, que alcanzaron el nivel abstracto ampliado, destacan como parte significativa de la experimentación, afirmando lo que aprendieron:

[...] Al principio de la experimentación había mucha incertidumbre pues no llevábamos cronómetro, la maestra nos dijo que lo usáramos si lo creíamos necesario... nos dimos cuenta de que no era necesario porque de cualquier forma no se podía tomar el tiempo era muy breve el tiempo de salida del cohete [...]

[...] Nos dimos cuenta que en la grabación del disparo estaba todo, el tiempo y las trayectorias del cohete [...]

[...] Fue importante trabajar en equipo, porque quizá hubiera tardado más en darme cuenta que tenía que realizar [...]

[...] Al principio yo creí que la maestra solo nos estaba cansando con actividades, porque nos dejó el problema de la Ronning, pero después del experimento todo cobro sentido [...]

[...] Considero que de no haber hecho las tareas anteriores no hubiera podido realizar el experimento [...]

[...] Fue bueno que la profesora no nos dijera porque no deberíamos usar cronómetro, porque así lo descubres tú y es mejor así. Tuvimos que poner atención en todo. Al inicio del experimento sentía pena que nos vieran los otros grupos, la verdad después no me di cuenta quien nos veía porque estábamos tan apurados con lo nuestro y pues estuvo entretenido e interesante [...]

[...] Yo creo que hubo mucho trabajo previo, yo no entendía porque nos revolvía Matemáticas con Física, llegue a desesperarme, pero ahora veo porque nos dejaba las tareas que

parecían de Matemáticas, pienso que sin Matemáticas no habría Física. Aprendí mucho con la actividad [...]

[...] Yo aprendí a no desesperarme con las tareas que nos dejan, porque al final tienen relación con todo lo que vemos o experimentaremos [...]

[...] Aprendí las trayectorias de los diferentes movimientos en el plano en una forma práctica [...]

De acuerdo con los referentes anteriores, en la figura 33, se mostró la taxonomía alcanzada por los alumnos en la actividad propuesta y con base a las tareas y experimentación realizadas, se observa un avance de la fase cuantitativa a la fase cualitativa, a partir de las opiniones que emitieron los alumnos respecto a las afirmaciones poco argumentadas que hacían al inicio del semestre y que gradualmente fueron utilizando verbos con mayor grado cognitivo de la taxonomía SOLO que se ven reflejados en los reportes finales.

3.2 Análisis de resultados obteniendo aprendizaje profundo

Uno de los factores observados durante el proceso de la actividad implementada es que la atribución al alumno de que realmente puede realizar cualquier tarea con el hecho de empeñarse en ella, para que exista realmente una transformación, considerando que la atribución es a la capacidad del esfuerzo, dichas atribuciones son sensibles de la retroinformación del docente. La retroinformación sobre el proceso de alguna tarea fomenta el trabajo en el alumno y a que se sienta más seguro de lo que realiza porque sabe que se le brindará la orientación requerida ya sea por el docente o por sus propios compañeros. Con esto se pretende involucrar a todos los alumnos tanto los académicos y no académicos. (Biggs, 2010, p. 84-85).

Los tipos de motivación que se lograron durante el proceso de la actividad fueron:

- ❖ Motivación social; en donde los alumnos les gusto la opinión de los docentes que pasaban a verlos durante su experimento y de sus mismos compañeros.
- ❖ Motivación de logro; como se formaron 3 equipos de trabajo buscaron en todo momento competir sanamente con los otros equipos de trabajo, pero al mismo tiempo se ayudaron para ver que era más factible realizar.

El proceso de la actividad se organizó de la siguiente manera, también con el fin de fomentar el trabajo colaborativo.

Los alumnos trabajaron en equipos de 5 integrantes. Hubo 3 equipos de 5 alumnos cada uno, cabe aclarar que los equipos de trabajo se conforman desde el inicio de semestre para el trabajo de experimentación en el laboratorio.

Se incluyeron los resultados de los equipos con nivel abstracto ampliado que se logró durante el estudio del experimento.

Los tres equipos trabajaron con las mismas condiciones, así como las mismas actividades e indicaciones.

El trabajo, realizado por los alumnos, fue producto de la motivación generada a partir de las actividades de inicio y que poco a poco fueron concientizando sobre su propio aprendizaje, además del análisis profundo del reporte final. A continuación, se explica con detalle los reportes de los resultados obtenidos por los alumnos.

Las evidencias de reportes permiten ubicar a los alumnos en niveles cognitivos superiores al utilizar verbos como: analizar, demostrar, reflexionar, con respecto a los movimientos que observaron y estudiaron en la clase, durante la experimentación

3.2.1 Equipo 1, en niveles cognitivos superiores de la taxonomía SOLO

Este equipo, se colocó en un nivel superior de abstracción, al profundizar de manera más detallada en el reporte de evidencia entregado, ya que describe un análisis en el tema de movimientos en el plano. En el reporte se observa un lenguaje de nivel cognitivo superior, al explicar los fenómenos físicos que analizaron con Tracker, su reflexión profundiza en cada detalle de los gráficos que presentan.

Reporte del equipo 1, que alcanzo la fase de abstracta ampliada, de acuerdo a la adecuación propuesta.

“Existen experimentos caseros que nos ayudan a comprender conceptos claves de la física y la química. En la práctica de hoy, hicimos un experimento que no solo fue muy divertido, sino que también es muy educativo, pues aprendimos mucho sobre los movimientos en el plano de una forma dinámica y sobre todo con materiales sencillos.

El cohete de agua

Básicamente, un cohete de agua es un tipo de cohete (en este caso utilizamos una botella) que se ve impulsado por la presión del agua, algo bastante sencillo y fácil de realizar pero que nos ofrece una diversión increíble y el aprendizaje inimaginable. Además, con este experimento todo se desarrolla de forma tal que se cumple la tercera ley de Newton “A toda acción corresponde una reacción”

Cómo funciona el cohete de agua

Los cohetes funcionan bajo el principio de acción y reacción. De forma sencilla, lo que hicimos fue generar presión dentro de la botella introduciendo aire en su interior. Esta presión llega a un límite (el límite de la botella) y cuando esto ocurrió, esa presión salió por algún lado. El corcho es la parte más débil del cohete así que esa fue la salida de escape.

De esta manera, toda la presión se vio liberada por el orificio de la botella con un impulso muy veloz.

Saldrá mucha agua, por lo cual realizamos el experimento en un lugar abierto.

Materiales.

Los materiales que utilizamos en nuestro cohete fueron los siguientes:

Una botella plástica de 600 ml de refresco.

Un corcho.

Un inflador.

Agua.

Una base para sostener nuestro misil.

Este es el análisis con tracker, del primer video de la botella a una capacidad de $\frac{1}{4}$.

En la figura 38, se muestra el trabajo experimental de los alumnos que realizaron en el patio central, tratando de mejorar su lanzamiento en lugares estratégicos para la toma del video. Así como los datos que se obtuvieron durante el análisis con Tracker.

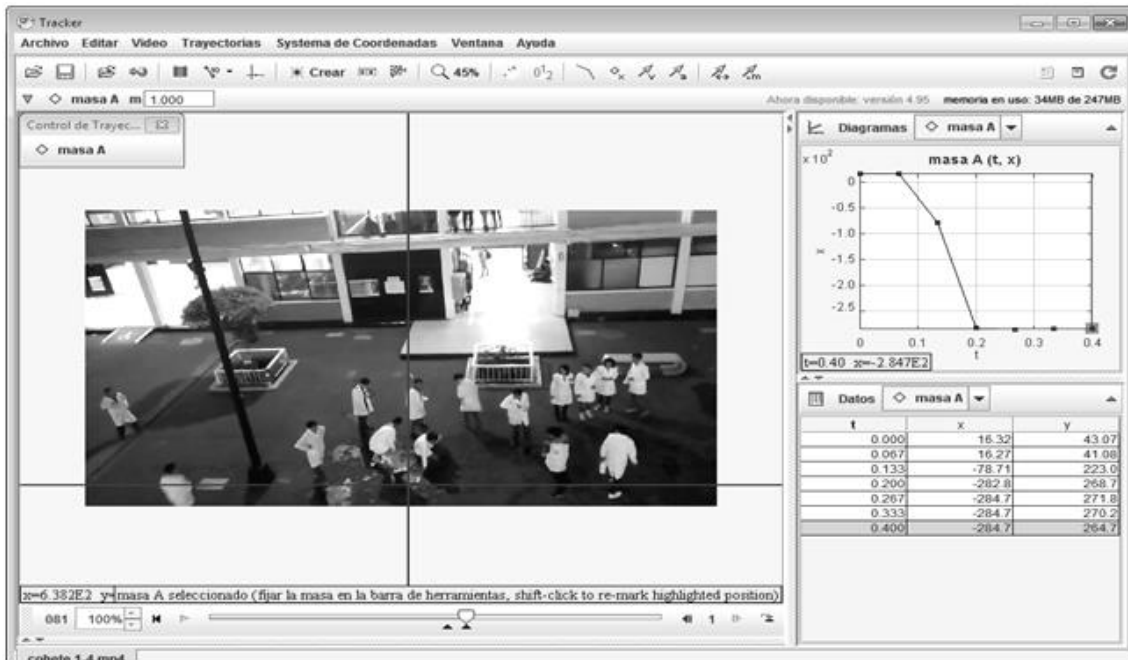


Figura 38. Lanzamiento del cohete hidráulico y el análisis con tracker.
Fuente. Elaboración propia

Aquí se puede observar mediante la gráfica que el cohete hidráulico hizo un tiro horizontal y caída libre. En Tracker, a partir de la grabación, observa el movimiento cuadro por cuadro del lanzamiento del cohete que ocurrió en cuestión de segundos. Esto se muestra en la gráfica, tan solo duro 0.40 segundos. Se realizó un lanzamiento horizontal, lo cual no puede ser totalmente correcto pues el cohete hidráulico inicia su vuelo desde el piso. Suponemos un error al momento de analizar con Tracker, en el punto de referencia que marcamos, y el otro motivo es debido a nuestro video grabado.

Los alumnos hacen hincapié en los resultados, que permiten hacer un comparativo con la actividad de inicio Ronning, la cual no fue totalmente correcta, en este equipo surgió la confusión del concepto diametralmente opuesto con el concepto de perímetro.

Tabla 15. Datos obtenidos del lanzamiento del cohete, usando Tracker.

t	x	y
0.000	16.32	43.07
0.067	16.27	41.08
0.133	-78.71	223.0
0.200	-282.8	268.7
0.267	-284.7	271.8
0.333	-284.7	270.2
0.400	-284.7	264.7

Fuente: Elaboración propia

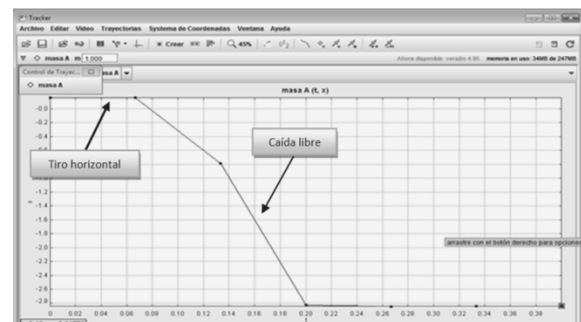


Figura 39. Gráfica de trayectoria del cohete hidráulico

Fuente: Elaboración propia

En la figura 40, se observa el segundo lanzamiento del cohete con más cantidad de agua, cabe aclarar que se realizaron varios lanzamientos de prueba, para después grabar con mayor precisión la trayectoria del cohete. En este gráfico se muestra efectivamente un tiro vertical, donde el gráfico inicia desde el punto de partida, que es el suelo, posteriormente, un tiro horizontal, y en esta ocasión nuestro árbol quedo entre las ramas de un árbol por eso no se observa en la gráfica la caída libre.

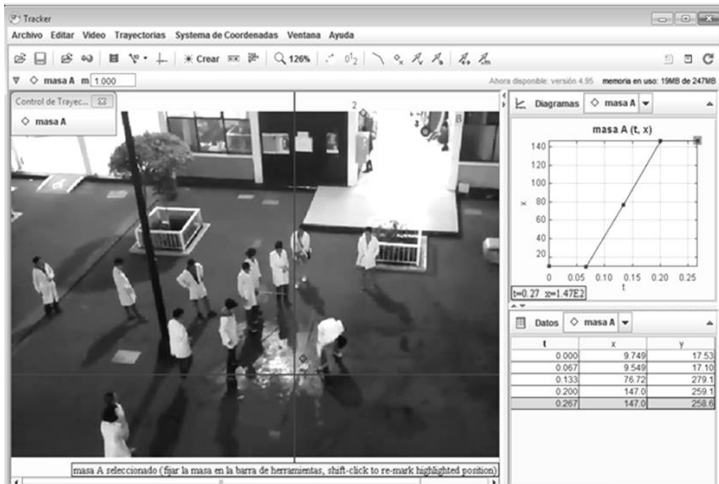


Figura 40. Lanzamiento con botella con agua a $\frac{1}{2}$ de capacidad.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. Valores alcanzados durante el recorrido del cohete hidráulico, usando Tracker.

The screenshot shows the Tracker software interface with a data table and a text box overlay. The text box contains the text: "Se muestran valores positivos por que el cohete asciende. No hay caída libre". The data table is as follows:

t	x	y
0.000	9.749	17.53
0.067	9.549	17.10
0.133	76.72	279.1
0.200	147.0	259.1
0.267	147.0	258.0

Fuente: Elaboración propia

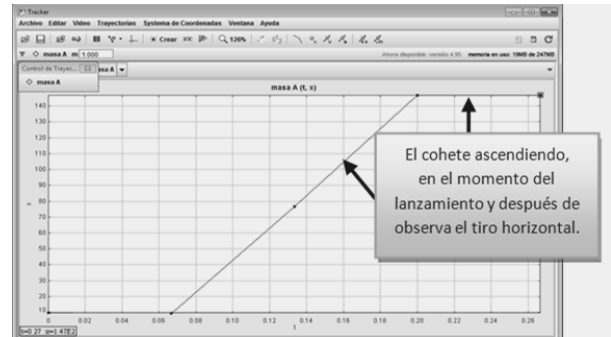


Figura 41. Trayectoria del cohete hidráulico, segundo lanzamiento.
Fuente: Elaboración propia

Observaciones y Conclusiones de los alumnos

Cuando se realizó la actividad experimental, comparando la cantidad de agua y el rendimiento de la altura que alcanzó la botella, concluimos que mientras la botella tenga más espacio para el oxígeno, este querrá salir a como dé lugar y de una forma muy violenta.

Los movimientos estudiados están totalmente relacionados con los temas del curso específicamente de los movimientos en el plano, es aquí donde al analizar la gráfica que se muestra en la figura 42, entiendes porque se tiene una componente horizontal y una vertical cuando el tiro es parabólico.

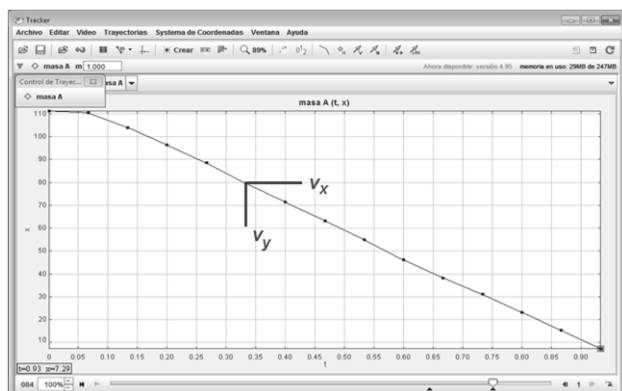


Figura 42. Componentes de velocidad

Fuente: Elaboración propia

Además, se considera que hay diversas aplicaciones en telecomunicaciones como, por ejemplo, en los lanzamientos de drones, se tiene que estudiar para conocer las trayectorias realizan por medio de las ecuaciones de los movimientos, además de un poco de programación.

La tecnología permite simular diversos experimentos que, nos permite observar con mayor claridad y descripción de fenómenos, que de manera oral o leída no se podrían profundizar, en el caso de Tracker permitió, visualizar pequeños detalles, que se escapan en un proceso de aprendizaje tradicional.

3.2.2 Equipo 2, en niveles cognitivos superiores de la taxonomía SOLO

Los niveles cognitivos alcanzados por este equipo son también superiores de acuerdo con la taxonomía SOLO, al igual que el equipo anterior, detalla de manera meticulosa cada aspecto de los gráficos en los cuatro momentos que lanzaron el cohete hidráulico. Desarrollan las

competencias que son congruentes con la planeación que se adecuo con el alineamiento constructivo.

Reporte del equipo 2.

[...] “El experimento fue muy interesante trabajarlo, es una experiencia que te deja mucho aprendizaje, y lo mejor que además usas tecnología para analizar lo que a simple vista no puedes observar, algo que beneficia mucho, pues de acuerdo al tema de método científico para poder llevar a cabo el método tienes que observar muchas veces el experimento, ¿cuántas? Nos preguntamos, las que sean necesarias para poder establecer una verdad...En este caso, para nosotros fueron aproximadamente unas 15 o más veces la repetición del experimento, con la finalidad de que saliera excelente. Pero además nos dimos a la tarea de efectuar el experimento más veces para sacar un promedio de los valores que teníamos, tema que se relaciona con los errores porcentuales” [...]

Los alumnos hacen comparaciones y asocian su conocimiento adquirido con los temas anteriores de la unidad I de Física. Utilizan verbos con niveles de comprensión superiores.

Funcionamiento del cohete hidráulico

Este experimento funciona con materiales sencillos; tales como: una botella plástica de 1000 ml, un corcho, un inflador de llantas para bicicletas, agua y una base para sostener el cohete. Todos los equipos realizamos una o más pruebas colocando refresco de cola y menta para ver qué sucedía. Sucedió que la expulsión del cohete fue mucho más rápida, haciendo una trayectoria de tiro vertical.

En los experimentos se puede observar los siguientes tipos de movimientos: caída libre, tiro vertical y tiro horizontal, tiro parabólico, este último como la combinación de los anteriores.

Se muestran los experimentos que realizamos para el comparativo.

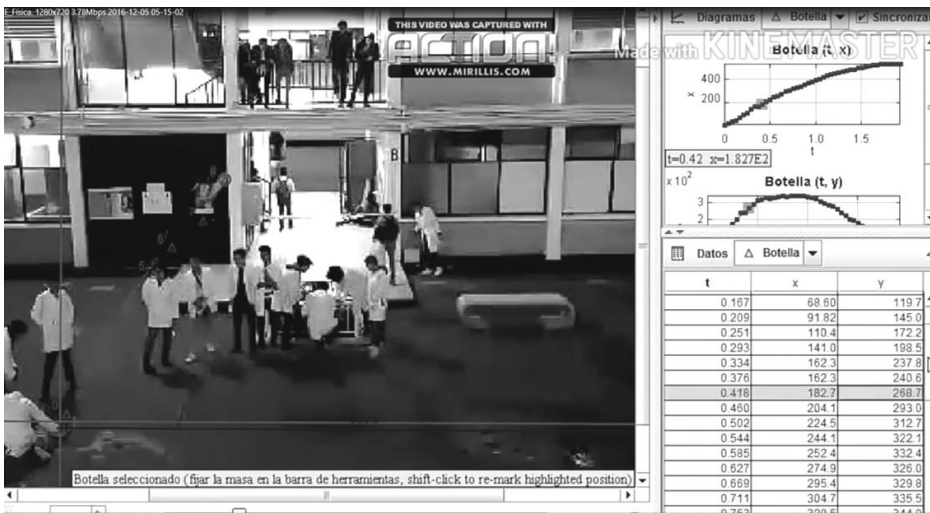


Figura 43. Primer lanzamiento del cohete hidráulico *Botella a ¼ litro de capacidad de agua*
Fuente: Elaboración propia

Análisis

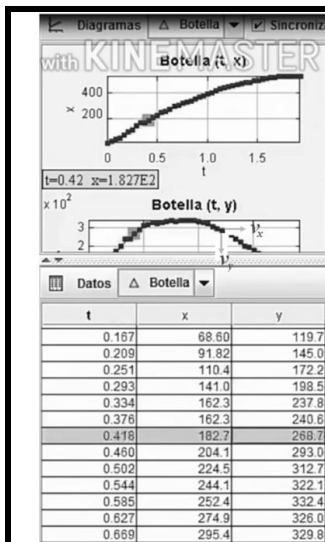


Figura 44. Análisis de la trayectoria (equipo 2)
Fuente: Elaboración propia

El cohete siguió una trayectoria parabólica que sale del origen con cierta velocidad. El vector velocidad tiene sus componentes tanto en x como en y.

Y los datos que nos arroja en el punto final es su llegada al suelo. El tiempo de vuelo (subida y bajada es de 0.42 s).

Las componentes de la velocidad del cohete son:

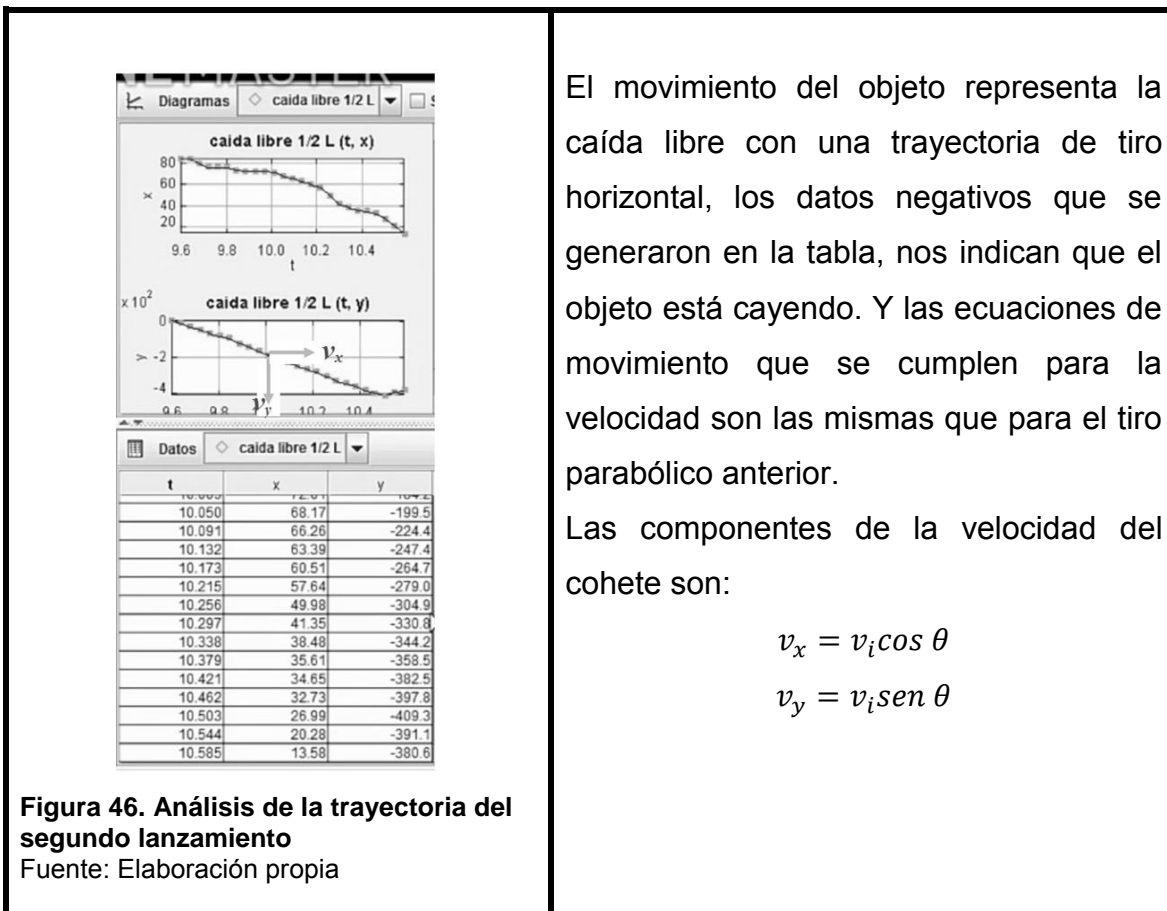
$$v_x = v_i \cos \theta$$

$$v_y = v_i \sin \theta$$

Se analizaron los siguientes casos para la botella con capacidad de ½ litro de agua y los resultados son similares.



Figura 45. Segundo lanzamiento del cohete hidráulico
Fuente: Elaboración propia



El movimiento del objeto representa la caída libre con una trayectoria de tiro horizontal, los datos negativos que se generaron en la tabla, nos indican que el objeto está cayendo. Y las ecuaciones de movimiento que se cumplen para la velocidad son las mismas que para el tiro parabólico anterior.

Las componentes de la velocidad del cohete son:

$$v_x = v_i \cos \theta$$

$$v_y = v_i \sin \theta$$

Figura 46. Análisis de la trayectoria del segundo lanzamiento
Fuente: Elaboración propia

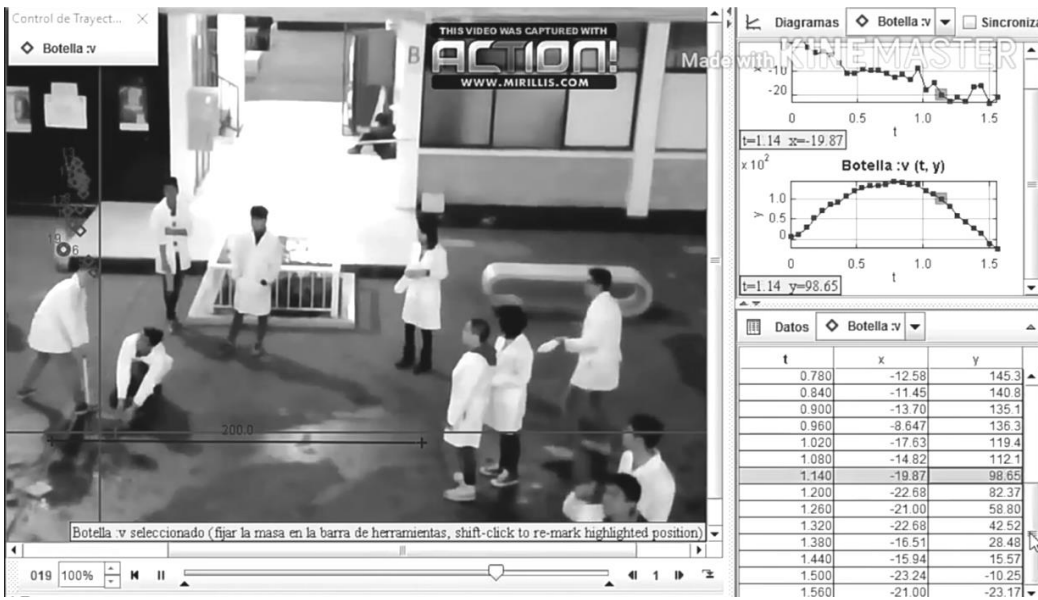


Figura 47. Tercer lanzamiento del cohete hidráulico

Fuente: Elaboración propia

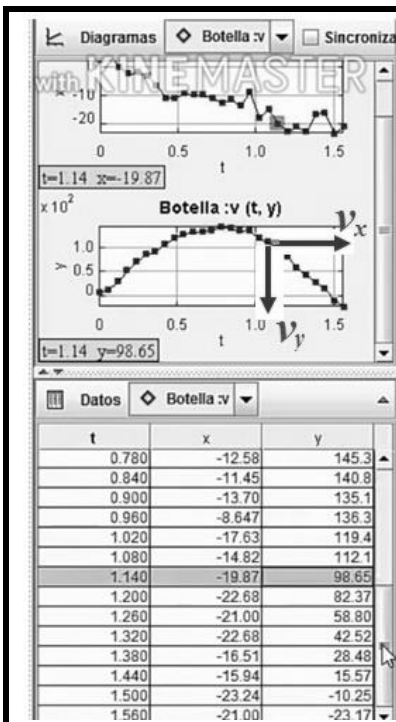


Figura 48. Análisis de la trayectoria del tercer lanzamiento

Fuente: Elaboración propia

El movimiento que realiza el cohete hidráulico es totalmente parabólico, lo cual era de esperarse por la cantidad de agua que contenía la botella, como puede observarse en la imagen donde experimentamos, la trayectoria que realiza el cohete es parabólica, aunque es una parábola alargada. El software nos permite una mejor observación. Las perturbaciones que se observan en el gráfico son propias de cómo se movió el cohete.

Las componentes de la velocidad del cohete son:

$$v_x = v_i \cos \theta$$

$$v_y = v_i \sin \theta$$



Figura 49. Cuarto lanzamiento del cohete hidráulico

Fuente: Elaboración propia

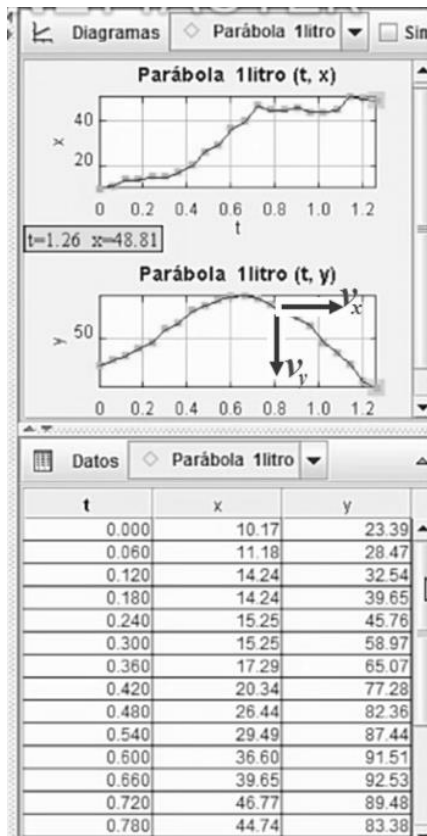


Figura 50. Análisis de la trayectoria del cuarto lanzamiento

Fuente: Elaboración propia

Las componentes de la velocidad del cohete son:

$$v_x = v_i \cos \theta$$

En esta componente el MRU horizontal es de velocidad constante.

$$v_y = v_i \sen \theta$$

En esta componente el MRUA vertical lleva una velocidad inicial que es v_{0y}

Además, la aceleración en la componente en x es cero, mientras que en y es el valor de la aceleración de la gravedad.

Datos relevantes de nuestra experiencia con la actividad.

Tiempo de vuelo del cohete: cuando permanece en movimiento.

Alcance máximo: distancia horizontal que recorre el móvil.

Altura máxima: varío de acuerdo al agua que contenía la botella, en el caso de cuando tenía menta con refresco de cola es cuando alcanzo la altura máxima.

Conclusión del equipo

En los libros de Física, encuentras muchas definiciones del movimiento parabólico, las cuales permiten el estudio de las ecuaciones que definen cierto movimiento, pero consideramos que es imprescindible la experimentación, al menos en nuestro equipo se comprendió la descomposición del vector velocidad de manera más clara y los datos relevantes como es el tiempo de vuelo, altura y alcance máximo.

Al principio, causó incertidumbre, el que no se nos indicará que usáramos el cronómetro, porque entonces cómo es que íbamos a calcular la altura o algún otro dato, no se nos indicó nada y bueno pues trabajamos, pero no lográbamos medir el tiempo porque eran muy cortitos, de hecho, no se alcanzaba siquiera poner el cronómetro a tiempo cuando salía el cohete.

Con las repeticiones que hicimos y por la observación de nuestro compañero que grababa el experimento nos dijo que no importaba. El uso de Tracker facilito los cálculos y sobre todo cuando el video del objeto que sale disparado es estudiado, Tracker inicia con el recorrido, elabora la tabla y grafica la trayectoria y así puedes darte cuenta que está pasando. Mientras que cuando haces la solución en papel, pues nos pasó al inicio que no teníamos mucha idea de cómo realizarlo.

La tecnología nos ayuda mucho para poder analizar de manera eficiente, también debemos hacerlo en papel porque los profesores nos piden que grafiquemos en papel. Pensamos que estuvo bien iniciar la actividad con un problema básico e ir avanzando poco a poco hasta concluir con nuestro experimento.”

3.2.3 Equipo 3, en niveles inferiores de la taxonomía SOLO

El equipo 3, no realizo el trabajo argumentando que no pudieron descargar el software, además, no entregan la tarea de evaluación con argumentos propios que permitan verificar el conocimiento alcanzado, al cuestionar acerca de los movimientos que observaron, sólo

describen de manera breve de acuerdo a lo que observaron con justificación, pero sin argumentos teóricos que fundamenten el experimento.

Se aplicó un breve cuestionario para verificar los aprendizajes logrados durante la actividad experimental.

Se muestran algunas respuestas a cuestiones que se realizaron para verificar el aprendizaje que alcanzaron los alumnos que no aplicaron el software.

- *¿Cuántos tipos de movimientos lograron observar durante la experimentación?
[...] fueron muchos: como caída libre, el parabólico y el horizontal [...]*
- *¿Qué tipo de gráficos se logran cuando analizan los experimentos?
[...] Como los de la tarea de Ronning y el problema inventado, porque no pudimos instalar Tracker [...]*
- *¿Qué tipo de movimiento realiza Ronning en la tarea inicial?
[...] sólo movimiento rectilíneo acelerado [...]*
- *Entonces, ¿los gráficos del cohete no son como los de Ronning? ¿Por qué?
[...] pues no, pero se parecen, estos son en el aire, en forma vertical, con la aceleración de la gravedad 9.8 m/s^2 [...]*
- *Describan los gráficos de la trayectoria del cohete hidráulico en papel*

En la figura 51, se observa una gráfica parecida al de la trayectoria de Ronning, los alumnos confundieron la trayectoria con la del cohete, aunque el gráfico no es totalmente erróneo, pero no fundamentaron de manera adecuada.

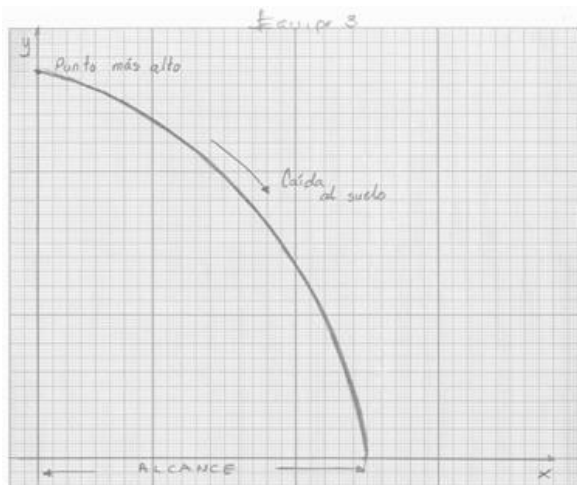


Figura 51. Gráfica de la trayectoria supuesta por el cohete del equipo No. 3
Fuente. Elaboración propia

- ¿Qué tipo de movimiento describe el cohete, qué tipo de trayectoria realiza?
[...] Tiro parabólico [...]
- Tracen una parábola en papel

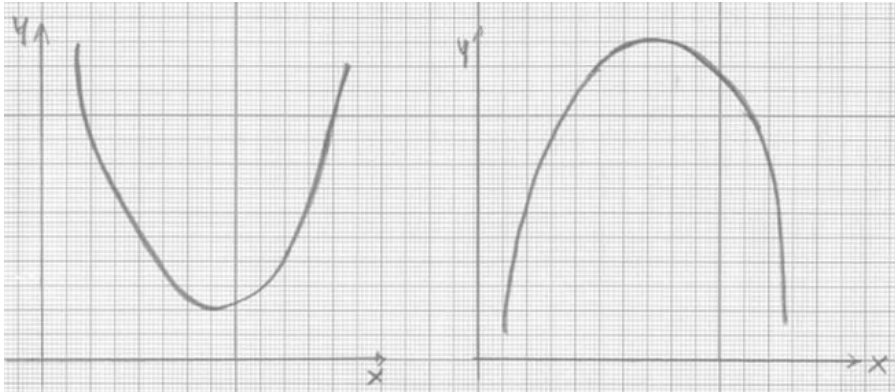


Figura 52. Gráfica de una parábola realizada por el equipo de alumnos

Fuente. Elaboración propia

Como puede observarse en la figura 52, los alumnos no identificaron de manera correcta la trayectoria del cohete, confundieron el tiro horizontal con el tiro parabólico.

- Si el cohete sube y cae, ¿podrá hacer esa trayectoria que definen al principio?
[...] Si porque sube...no,... porque cae [...]
- Entonces, ¿es correcta la gráfica inicial que realizaron?
[...] No, pues no consideramos que el cohete subía y que caía. Solo consideramos que cae, en el gráfico inicial [...]

En el cuestionario anterior, los alumnos son capaces de describir la trayectoria y trazar gráficos, pero sólo si se les va orientando, porque no lo hacen de manera autónoma, y sobre las ecuaciones de movimiento solo hacen una lista de las posibles ecuaciones que se pueden realizar sin considerar cuáles usar para la resolución de problemas.

En el siguiente apartado, se muestra un análisis comparativo de los tres equipos de trabajo que desarrollaron desde el inicio de la actividad, considerando los niveles alcanzados durante el proceso de aprendizaje.

3.3 Comparación de resultados: niveles cognitivos superiores de los alumnos

Como se observó en el capítulo anterior, acerca de los niveles alcanzados por los alumnos, donde 33.33% de los alumnos se ubicaron en el nivel multiestructural (no realizaron análisis con Tracker) y el 66.66% de los alumnos se encuentran en el nivel relacional y abstracto ampliado.

Resumen de los elementos clave y relevantes del aprendizaje que se obtuvo de los equipos de trabajo con el nivel de la taxonomía SOLO propuesta.

En la tabla 17, se comparan los resultados de los 10 alumnos considerando los conceptos que tenían con un enfoque superficial y después del experimento y análisis, el enfoque profundo que lograron en la unidad de aprendizaje.

Tabla 17:

Comparación de los niveles alcanzados por los alumnos

APRENDIZAJE SUPERFICIAL		APRENDIZAJE PROFUNDO			
PROBLEMA DE RONNING					
PREESTRUCTURAL (5*) = 33.33%		UNIESTRUCTURAL (8*) = 53.33%		MULTIESTRUCTURAL (2*) = 13.33%	
INICIO	Los alumnos al inicio de la actividad no comprenden los datos que se indican en el problema. Además no identifican las variables que intervienen para poder resolver.	Los alumnos identifican los datos clave para resolver el problema. Realizan un gráfico donde se identifican la trayectoria que realiza el personaje del problema propuesto, pero confunde el concepto de "diametral" con la trayectoria circular.		Los alumnos identifican los datos clave para resolver el problema. Realizan un gráfico donde se identifican la trayectoria que realiza el personaje del problema propuesto. Describen el recorrido de acuerdo con los tipos de movimientos (MRU, MRUA, MRUR).	
PROBLEMA INVENTADO					
PREESTRUCTURAL		UNIESTRUCTURAL		MULTIESTRUCTURAL	
0*		(5* = 33.33%)		(10* = 66.66%)	
• • • • • •	0%	Los alumnos que se consideran en este nivel, 2 de ellos no cuentan con herramienta tecnológica y otros 3 alumnos no pudieron descargar el programa.	Estos alumnos "inventaron su problema", además no sólo lo hicieron con las mismas variables, algunos implementaron los movimientos rectilíneo y caída libre. Resuelven su problema y también describen la solución y lo que han comprendido acerca de los resultados que arroja el programa de Tracker.		Son los mismos alumnos que se encuentran en el nivel multiestructural, pues además logran hacer un comparativo de la solución que tenían; en modo gráfico cuando usaron sólo papel cuadriculado y con respecto a la solución que obtienen usando el programa de Tracker.
EXPERIMENTO "COHETE HIDRÁULICO" Y MODELACIÓN CON TRACKER					
PROCESO	PREESTRUCTURAL	UNIESTRUCTURAL	MULTIESTRUCTURAL	RELACIONAL	ABSTRACTA AMPLIADA
		0*	5* = 33.33%		10* = 66.6%
• • • • • •	0%		Con respecto a las actividades de inicio, los alumnos mostraron avance significativo. Se considera que un factor que influyó para que no realizarán la actividad, fue no contar con la herramienta tecnológica para hacer el análisis.	Los alumnos que se encuentran ubicados en este nivel, han realizado un comparativo en relación con el experimento, además analizan con más detalle que es lo que sucede. También explican las causas de porqué los componentes de la velocidad es una decomposición de vectores.	Además los alumnos son capaces de reflexionar y demostrar que el uso de la tecnología facilita la interpretación de resultados, justificando con las componentes de la velocidad y ecuaciones de movimiento.

Fuente. Elaboración propia

Nota. * Alumnos

Estos resultados obtenidos por parte de los alumnos son la premisa para realizar las prácticas de evaluación y con qué fin se evalúa la actividad antes propuesta, se revisa la alineación de los objetivos curriculares de la unidad de aprendizaje con los instrumentos de evaluación que se propusieron.

En el proceso de aprendizaje de los alumnos, es inevitable que los estudiantes creen interpretaciones erróneas que hay que corregir, pero antes hay que descubrir cuáles son, mediante la evaluación formativa (Biggs, 2010, p. 102).

Para ello se implementó la retroinformación en la actividad inicial (Ronning) para dar paso a la actividad del problema inventado y para finalizar con el experimento del cohete hidráulico, lo que se justifica con más detalle en el siguiente apartado.

La retroinformación consideró aspectos importantes que no fueron tomados en cuenta en la actividad inicial, por ejemplo la redacción del problema que causó confusión a los alumnos al momento de resolver, estas dudas fueron despejadas cuando los propios alumnos que realizaron el problema de manera correcta, expusieron y explicaron lo que hicieron; mientras los alumnos que no realizaron la actividad tomaron notas por iniciativa para despejar posibles dudas. En el siguiente apartado se considera la evaluación formativa con fines de retroinformación con los alumnos.

3.4 La evaluación de los resultados del aprendizaje. Evaluación formativa

La retroinformación para la mejora de los aprendizajes de los alumnos fue mediante la implementación de la actividad Ronning, que permitió atender las dudas de gráficos y recuperar los conocimientos previos para ir integrando la información para la mejora de los aprendizajes de los alumnos. Por ello se implementó la evaluación formativa, considerando los objetivos curriculares, como el pilar central de la enseñanza, en la planeación alineada y observando los resultados mediante la taxonomía SOLO, entonces, la evaluación que se propone determinó el aprendizaje del alumno, pues no se espera que solo aprendan para sólo aprobar el examen, sino para asegurar el aprendizaje profundo, como se muestra en la figura 53.



Figura 53. Perspectivas del profesor y del estudiante sobre la evaluación

Biggs, J. (2010) Calidad del Aprendizaje Universitario. Ed. Narcea. Madrid España.

Evaluación formativa: cuyos resultados se utilizan con fines de retroinformación. Tanto los estudiantes como los profesores necesitan saber cómo se está desarrollando el aprendizaje. La retroinformación puede servir tanto para mejorar el aprendizaje de estudiantes concretos como para mejorar la enseñanza (Biggs, 2010, p. 178).

Una vez que se efectuó el plan de acción y se obtuvieron los resultados, se podrá analizar la información por medio de la evaluación para verificar los resultados esperados, o bien, se requiere ajustes mínimos o algunas variaciones en las actividades de aprendizaje, que permitan ser eficientes y eficaces para que los alumnos alcancen aprendizaje profundo.

En la tabla 18, se muestra el instrumento de evaluación aplicado en la actividad inicial, describiendo los niveles de acuerdo a la taxonomía SOLO.

Nivel 1: el alumno no comprende, ni identifica los datos de la situación del problema planteado.

Nivel 2: el alumno identifica las variables que plantea el problema, pero no lo soluciona de manera correcta.

Nivel 3: el alumno identifica y comprende las variables del problema, describiéndolos mediante una gráfica. La trayectoria de “Ronning” se ve claramente descrita en el gráfico que se muestra en el papel cuadriculado o milimétrico.

Nivel 4: el alumno analiza y explica el problema de “Ronning” comparándolo con un ejemplo de su entorno.

Nivel 5: el alumno reflexiona sobre el problema y además demuestra con otros ejemplos la solución correcta del problema.

Tabla 18.

Lista de Cotejo para evaluar el problema inicial de “Ronning”

Alumno	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5
1	✓	x	x	x	x
2	✓	x	x	x	x
3	✓	x	x	x	x
4	✓	x	x	x	x
5	✓	x	x	x	x
6		✓	x	x	x
7		✓	x	x	x
8		✓	x	x	x
9		✓	x	x	x
10		✓	x	x	x
11		✓	x	x	x
12		✓	x	x	x
13		✓	x	x	x
14			✓	x	x
15			✓	x	x

Fuente: Elaboración propia

✓ Acierto; x Desacierto

El 33.33% de los alumnos mostraron un nivel preestructural, argumentando que no entendieron la redacción del enunciado. Algunos comentarios se enuncian:

“[...] Es confuso lo que se pide en el problema no entiendo a qué se refiere [...]”

“[...] Habla tanto de los tiempos que uno se revuelve con tanta información [...]”

En este sentido, la retroinformación que se obtuvo, fue satisfactoria, puesto que los alumnos que, si cumplieron, colaboraron y participaron con sus compañeros ilustrando de manera gráfica la solución del problema. Los aspectos considerados en evaluación formativa son: la retroinformación que se recibe y también la colaboración de los alumnos para la explicación del problema.

El problema principal observado en los alumnos, que no comprendieron la tarea, se explica por la confusión que se provocó, por la redacción del problema, a pesar de que se tomó de un libro editado por el mismo Instituto, las indicaciones no fueron claras.

Es preciso, redactar con más claridad para los alumnos, pues confundieron el concepto de “diametralmente opuesto” con el perímetro de la circunferencia.

En la tabla 19, se presenta la lista de cotejo que se consideró para los alumnos que no cumplieron con la tarea, pero, fueron apoyados con retroinformación por parte de sus compañeros y de acuerdo con esos comentarios tomaron notas y lograron realizar su actividad.

Tabla 19.

Lista de cotejo para evaluar la tarea de los alumnos, posterior a la retroalimentación obtenida por sus compañeros

Aspectos considerados	Siempre	Casi siempre	A veces	Nunca
1. Adquisición de la información:				
Toma apuntes de lo que considera más importante.	5	8		
Realiza gráficos de lo que expresan sus compañeros.	13			
2. Comprensión y organización de lo que refiere el problema:				
Identifica las variables que intervienen en el problema.	13			
Compara los tipos de movimiento involucrados en el problema de “Ronning”: MRU (Movimiento Rectilíneo Uniforme), MRUA (Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado), MRUR (Movimiento Rectilíneo Uniformemente Retardado).	13			
Integra la información y realiza un bosquejo del gráfico del problema.	5	8		

Fuente: Elaboración propia

La retroinformación, como parte de la evaluación, es contundente para realizar ajustes en futuras propuestas de actividades de enseñanza o aprendizaje. En el siguiente apartado, consideramos esta retroinformación como parte fundamental para implementar nuevos cambios en las actividades de evaluación.

3.5 Evaluación sumativa: evaluación final

Como se indicó en el apartado anterior, la retroinformación permite identificar qué y cómo se pueden mejorar las adecuaciones del alineamiento, es decir, alinear de forma eficiente y eficaz los objetivos curriculares, actividades de enseñanza aprendizaje y tareas de evaluación.

Como parte del proceso de aprendizaje de los alumnos se propuso, el problema inicial de “Ronning”, para realizar una evaluación formativa que permitiera obtener la retroinformación y así realizar los ajustes necesarios para mejorar el aprendizaje, para después llevar a cabo las actualizaciones correspondientes y dar paso a la actividad del problema inventado, donde se implementa la evaluación sumativa, que se detalla con más precisión en el siguiente apartado.

3.5.1 Evaluación continua: el aprendizaje profundo opción idónea

La evaluación continua, tuvo la finalidad de utilizar los resultados obtenidos durante el tercer período departamental. Considerando que, en la primera parte se evaluó de manera formativa, permitiendo la confianza en los alumnos para, sentirse libres de manifestar sus dudas y los errores que pudieron tener al momento de resolver el problema, de este modo se pudo evitar que los alumnos ocultarán algunos puntos débiles para la resolución del problema, motivados por el valor de la calificación. Sin embargo, por reglamento institucional, se debe entregar un número que evalúe el conocimiento del alumno, por lo que se dio pauta para llevar este tipo de evaluación con la actividad de la “invención del problema”, donde los alumnos ya tienen mayor confianza y despejaron sus dudas con respecto al problema inicial planteado.

De acuerdo a los criterios definidos en la tarea inicial, donde se hace la propuesta de la actividad, se realizó una evaluación progresiva, obteniendo los siguientes resultados.

Cabe mencionar que, los alumnos fueron informados de la evaluación y los aspectos que se señalan para evitar alguna confusión en la entrega de la actividad.

La tabla 20, muestra los indicadores alcanzados respecto a los aspectos indicados al inicio de la actividad.

Tabla 20.

Evaluación progresiva de la actividad de problema inventado y uso de Tracker por los alumnos

Valores	Aspectos evaluados
	Los alumnos proponen en equipo y de forma colaborativa un problema de acuerdo a la temática planteada (plantean otro problema distinto al de Ronning, pero sin salir del tema de movimiento), presentando la solución gráfica del problema en papel. Además muestran video de la solución del problema utilizando el software de Tracker,

10*	realizando un comparativo entre las soluciones en papel y software, reportando el resultado y lo más relevante de su experiencia y finalmente agregan sus respectivas conclusiones claras y precisas.
8**	Los alumnos proponen en equipo un problema de acuerdo a la temática planteada (siguen al pie de la letra el problema de Ronning), presentando la solución gráfica del problema en papel, no se observa el planteamiento claro. Solucionan el problema utilizando el software de Tracker, realizan un comparativo entre las soluciones en papel y software, reportando el resultado y agregan sus respectivas conclusiones claras pero no precisan con detalle lo aprendido.
6***	Los alumnos trabajan en equipo, presentando el problema inventado con la solución en papel de manera correcta aunque con falta de argumentos, no realizan el video por lo que no presentan solución en Tracker ni el análisis comparativo y sin conclusión precisa del trabajo realizado.
5****	Los alumnos no satisfacen prácticamente nada de los requerimientos de desempeño. No proponen de manera correcta el problema, presenta una solución difusa. La solución en Tracker es por tanto incorrecta o bien no presenta solución en Tracker bajo el argumento de no poder realizar la descarga. Omite las partes fundamentales de la solución del problema y escribe conclusiones difusas.
0*****	No realiza la actividad, no presenta ni problema inventado ni la solución de mismo.

Fuente: Elaboración propia

Nota. Valor por cada aspecto evaluado: *10 =Excelente; **8 = Bueno; ***6 = Regular; ****5 = Incorrecto; *****0 = Insuficiente

Los alumnos obtuvieron las siguientes calificaciones, presentadas en la tabla 21, del capítulo anterior, donde el equipo No. 3, es el que no logro avanzar hacia niveles superiores de la taxonomía SOLO.

Tabla 21.
Evaluación cuantitativa del problema inventado

EVALUACIÓN DE "PROBLEMA INVENTADO"								
	1	2	3	4	5	6	7	
EQUIPO	PROPUESTA DE PROBLEMA	SOLUCIÓN GRÁFICA DEL PROBLEMA EN PAPEL	PRESENTA VIDEO EN TRACKER DEL PROBLEMA	ANÁLISIS CON TRACKER DEL PROBLEMA	COMPARATIVO DEL PROBLEMA EN PAPEL Y TRACKER	REPORTE CON RESULTADOS	CONCLUSIONES	CALIFICACIÓN PROMEDIO
1	10	10	10	10	10	10	10	10
2	10	10	10	10	10	10	10	10
3	10	10	0	0	0	5	5	4,3

Fuente: elaboración propia

El conocimiento procedimental se basa en destrezas y consiste en seguir las secuencias y acciones precisas, saber qué hacer cuando se presenta una situación y hacerlo de manera eficaz (Biggs, 2010). Por otro lado, el cumplimiento de las competencias propias de la unidad de aprendizaje con respecto al plan y programa de estudios nos indica: demostración del movimiento de los cuerpos, aplicando los principios de la cinemática en situaciones académicas y sociales. Además, de tomar en cuenta las actividades sustantivas de aprendizaje y de enseñanza.

La figura 54, muestra la integración de los conocimientos que se requiere alcanzar, considerando las exigencias propias de la unidad de aprendizaje, del programa y plan de estudios vigentes del CECyT No. 11.

Es relevante mencionar, los tipos de conocimiento declarativo y procedimental se planearon al adecuar de manera constructiva los objetivos curriculares, actividades de enseñanza aprendizaje y tareas de evaluación. El conocimiento declarativo está presente cuando los alumnos hacen investigación acerca de los movimientos, aplicando la teoría con la parte experimental, donde demuestran las destrezas al realizar el experimento, con esto se logró que los alumnos integran el conocimiento condicional que incluye los dos anteriores, esto se observa en dos equipos que se colocaron en los niveles superiores de la taxonomía SOLO al responder a las preguntas: cuándo, por qué y en qué condiciones los movimientos del cohete tuvieron lugar.

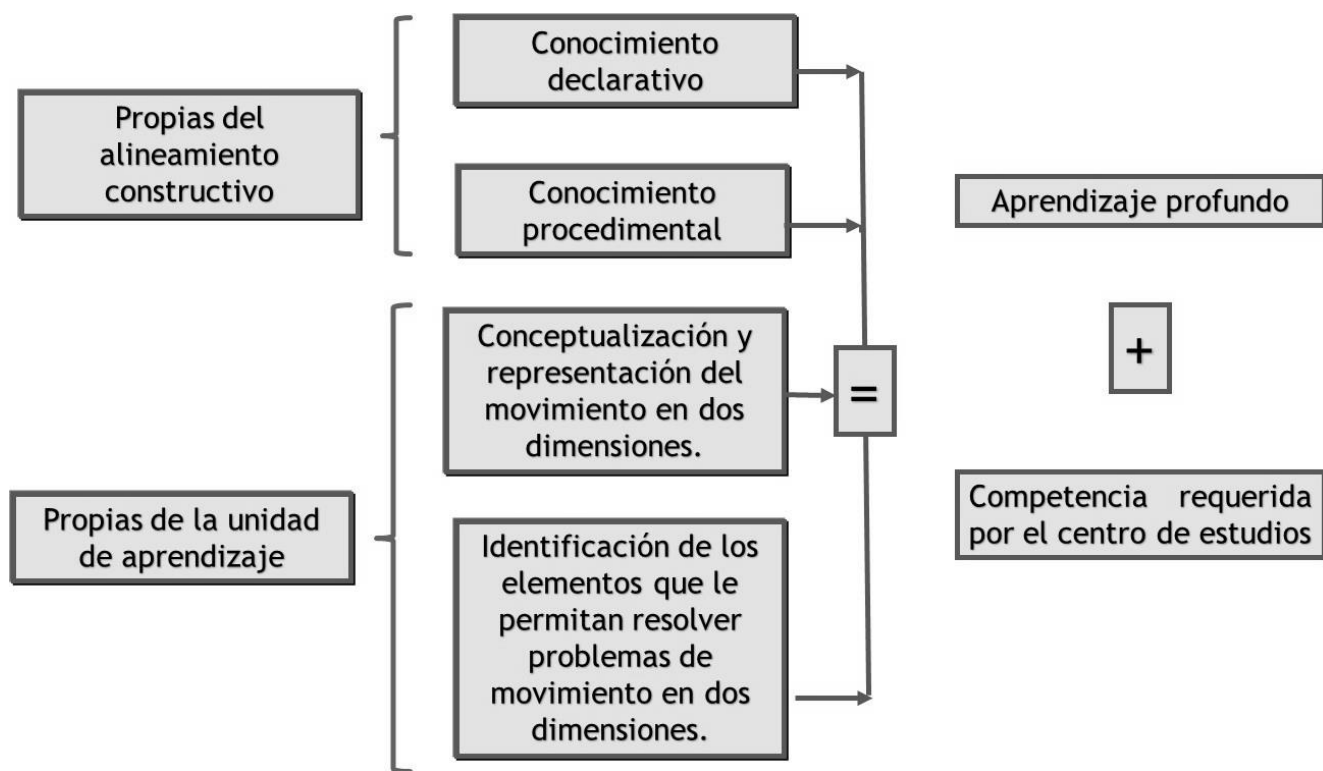


Figura 54. Integración de los elementos del alineamiento constructivo y las exigencias propias de la unidad de aprendizaje.

Fuente: elaboración propia

De manera semejante, se evalúo, la experimentación del cohete hidráulico para la verificación del aprendizaje de los alumnos y tomando en cuenta, aspectos propios para el desarrollo del experimento, así como, los aspectos del alineamiento constructivo, mismos que se muestran en la tabla 22. Es decir, se toman en cuenta aspectos desde el material solicitado al alumno para la realización del experimento, la participación de los alumnos, el trabajo en equipo y colaborativo; y el análisis que va surgiendo durante la experimentación.

Tabla 22.

Evaluación progresiva de la experimentación

Valores	Aspectos evaluados
10*	El equipo de trabajo cumple con todo el material para la realización del experimento. Arman el dispositivo para el lanzamiento del cohete de manera colaborativa, aportando ideas para que el lanzamiento se realice correctamente y observen las trayectorias. Participa activamente en dar solución a los posibles problemas que se presentan; ubicándose en lugares estratégicos para que el experimento se lleve a cabo de la mejor manera. Y finalmente; registra datos relevantes, concluyendo en equipo y de forma colaborativa.
8**	El equipo de trabajo cumple casi con todo el material, consiguiendo de manera inmediata el material faltante. Arman el dispositivo para el lanzamiento del cohete trabajando en equipo, aportan ideas, pero son un tanto confusas. Participan en dar solución a los problemas que se presentan; se ubican en lugares en donde observan el cohete hidráulico. Registran datos, concluyen con el trabajo en equipo.
6***	El equipo de trabajo, no cumple con todo el material, teniendo dificultades para realizar el armado del cohete hidráulico. Se notan confundidos al no saber que deben realizar, tardan en encontrar una ubicación adecuada para la observación de la trayectoria del cohete, se dispersan entre ellos y toman nota de algunos datos.
5****	Los alumnos no cumplen con todo el material, no buscan una alternativa para la realización del cohete hidráulico. No realizan propuestas congruentes de cómo realizar o avanzar en el experimento, divagan mucho en la realización de las pruebas de lanzamiento, no registran casi ningún dato, pero tampoco realizan un correcto video-grabación del experimento.
0*****	No realiza la actividad, no presenta ni problema inventado ni la solución de mismo.

Fuente: Elaboración propia

Valor por cada aspecto evaluado: *10 =Excelente; **8 = Bueno; ***6 = Regular; ****5 = Incorrecto; *****0 = Insuficiente

En la figura 55, se muestra la evaluación cuantitativa que obtuvieron los alumnos en cuanto a la realización del experimento, aún sin considerar los aspectos del proceso de aprendizaje, como se puede observar el equipo 3, que no realizo el análisis con Tracker, tiene calificaciones numéricas representativas de lo que trabajo durante este proceso de experimentación.

EXPERIMENTO: COHETE HIDRÁULICO							
	1	2	3	4	5	6	
EQUIPO	MATERIAL PARA LA REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO	SE ASEGURA DE ARMAR EL DISPOSITIVO PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL COHETE	TRABAJA DE MANERA COLABORATIVA CON SUS COMPAÑEROS	PARTICIPA ACTIVAMENTE EN LA EXPERIMENTACIÓN	SE UBICAN EN LUGARES ESTRATÉGICOS PARA LLEVAR A CABO EL EXPERIMENTO	CONCLUYEN Y CONJETURAN SOBRE EL EXPERIMENTO	PROMEDIO DE TRABAJO EXPERIMENTAL
1	10	10	10	10	10	10	10
2	10	10	10	10	10	10	10
3	10	10	6	6	5	5	7

Figura 55. Evaluación cuantitativa del experimento cohete hidráulico

Fuente: Elaboración propia

La evaluación progresiva nos ofrece un indicador para observar el progreso del alumno, sin embargo, no permite darnos cuenta que tanto ha avanzado en el proceso de aprendizaje, pero se observa van superando el nivel superficial, por ello se toman en cuenta otros aspectos dentro de la evaluación, como es el caso de los ítems que se detallan con más precisión en el siguiente apartado.

3.6 Prueba objetiva: identificando el aprendizaje profundo

La prueba objetiva es un formato cerrado o convergente, que requiere una respuesta correcta. La forma de prueba objetiva que se aplicó en este trabajo fue el de los ítems, los cuales se <<escalonan>> según su dificultad o estructura, pidiéndose al estudiante que responda en el máximo nivel que le sea posible (el resultado ordenado). (Biggs, 2010, p. 214-217)

Se trata de un saber público, sometido a reglas de comprobación que lo hacen verificable, replicable y lógicamente consistente. Se refiere a la comprensión que adquieren los estudiantes de estos conocimientos declarando con sus propias palabras lo aprendido.

Se llevaron a cabo ítems de resultado ordenado para la evaluación del aprendizaje de los alumnos, considerando los niveles de la taxonomía SOLO.

- Uniestructural: donde se utilizó un elemento de información directamente relacionado al tema de estudio.
- Multiestructural: donde se utilizó dos o más elementos discretos y separados de la información contenida en el tema.
- Relacional: donde se utilizan dos o más elementos de información, cada uno de los cuales está directamente relacionado y se logra comprensión.
- Abstracto ampliado: donde se utilizó un principio o hipótesis general y abstracta que se deriva de la información del tema.

En la tabla 23, se muestran las actividades con respecto a la evaluación aplicada.

Tabla 23.

Evaluación por ítems

Preguntas	Nivel cognitivo (taxonomía SOLO)	
	Deseados en los objetivos	Utilizados en el aprendizaje
Subítem (a) son del tipo conceptual, donde el alumno no requiere de un análisis profundo de los conceptos propios de la unidad de aprendizaje.	Identifica y comprende la oración.	Identifica y comprende
Subítem (b) donde el alumno tiene que comprender las ideas principales que enuncia el problema y con base a ello describe la situación.	Describe y comprende la idea principal.	Comprende las ideas principales y describe la respuesta.
Subítem (c), aquí el alumno lee la situación planteada; identificando y comprendiendo las ideas del problema, además brinda una explicación con base a su razonamiento de los conceptos y experiencias propias de la materia.	Razona y explica detalladamente su respuesta.	Razona y explica con argumentos qué ocurre en la situación que se describe en el problema planteado.
Subítem (d), el alumno alcanza los niveles cognitivos de comprensión superiores de la taxonomía SOLO, siendo estos de manera autónoma.	Aplica, reflexiona y demuestra.	Aplica los conceptos de manera reflexiva, pues justifica el por qué de su respuesta, finalmente demuestra con argumentos que constata con la teoría vista en clase.

Fuente: Elaboración propia

En el ítem aplicado se consideran 4 reactivos uno para cada nivel de la taxonomía SOLO. Cabe mencionar que el ítem se aplica a cada alumno y lo resolvieron, para verificar el aprendizaje profundo alcanzado.

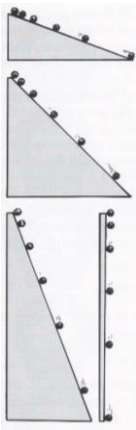
ÍTEM APLICADO

Analice y después responda a cada una de las cuestiones presentadas.

ÍTEM 1

Observe la siguiente figura que se muestra, donde se considera la fricción igual a cero y es referente para contestar las 4 preguntas propuestas.

Figura 56. Planos de Galileo



- En el plano vertical, ¿cuál es el valor de la aceleración?
- En el plano vertical, ¿cuál es la velocidad instantánea v de un objeto que cae desde el reposo después de un tiempo t ?
- Si arrojas una pelota directamente hacia arriba que sale de tu mano con una velocidad inicial. ¿Cómo impacta el valor de la gravedad durante todo su recorrido de este tiro vertical?
- ¿En cuál de las figuras la aceleración es mayor?

Fuente: Hewitt, P. G., & Lira, J. A. F. (2004). Física conceptual (Vol. 6). Addison Wesley.

En la figura 53, se muestra la gráfica con los resultados obtenidos en el ítem 1, de acuerdo con los niveles de la taxonomía SOLO propuestos para la evaluación de tema.

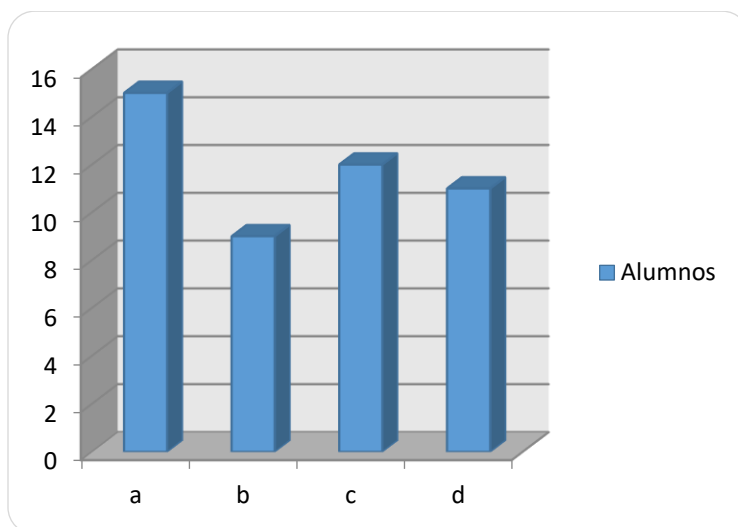


Figura 57. Gráfica de resultados obtenidos del ítem 1

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los resultados del ítem aplicado, el 100% que corresponde a 15 alumnos contestan de manera acertada (a), el cual se encuentra en el nivel uniestructural, relacionando todos los conceptos de manera casi inmediata, este nivel está caracterizado porque los alumnos de acuerdo a la definición de movimiento en el plano y con apoyo de la imagen deducen la respuesta, respondiendo que el valor de la aceleración para ese caso es de 9.8 m/s^2 .

En el caso de la respuesta al inciso (b), solo 60% que corresponde 9 alumnos responden, de manera correcta, o están muy próximos a la respuesta, de que la velocidad instantánea en cualquier momento es cuando multiplican la aceleración por los segundos transcurridos. Aquí cabe aclarar que los alumnos están interpretando la forma de ecuación $v = at$, ecuación de MRUA. El resto de los alumnos no responde, argumentando confusión.

En el inciso (c), el 80% que corresponde a 12 alumnos, responden de manera correcta, donde demuestran que la velocidad de inicio es de 0 m/s y el valor de la gravedad se está oponiendo a dicho movimiento por lo que es un valor para todo el recorrido. El resto de los alumnos no plantea el valor de la gravedad como el de la aceleración que tiene el cuerpo.

En el inciso (d), el 73.3% que corresponde a 11 alumnos, responden de manera correcta, analizando y deduciendo, el valor máximo de la aceleración en el plano es totalmente vertical. Los 4 alumnos responden que, en otros planos, no logran imaginar la situación o al menos representarla con materiales inmediatos.

Aquí se observa que los alumnos que contestan de manera correcta, toman elementos (materiales) para realizar el experimento y es así como se dan cuenta de lo que ocurre.

ÍTEM 2

Observe la figura, la cual permitirá que analice y conteste cada uno de las preguntas propuestas en los incisos.

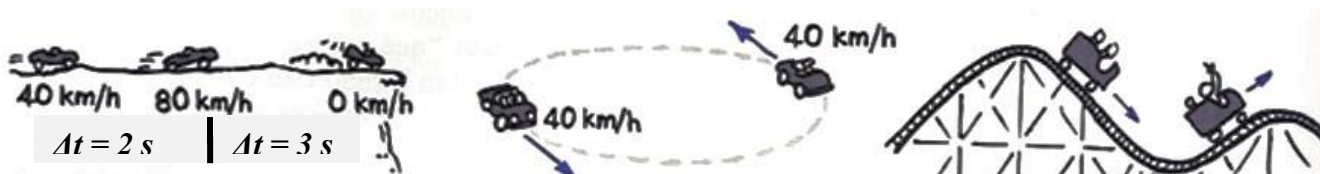


Figura 58. Velocidad y dirección de un objeto

Fuente: Hewitt, P. G., & Lira, J. A. F. (2004). Física conceptual (Vol. 6). Addison Wesley.

- ¿En qué sección o secciones de la figura se muestra un cambio de velocidad?
- ¿En qué sección o secciones de la figura se muestra un cambio de dirección?
- Observe la sección 1 de la figura y establezca, ¿qué es aceleración?
- En la última sección de la figura, ¿la velocidad del cuerpo 1 es igual que la velocidad del cuerpo 2?

En la figura 59, se muestra la gráfica de los resultados obtenidos en el ítem 2, de acuerdo con los niveles de la taxonomía SOLO propuestos para la evaluación de tema.

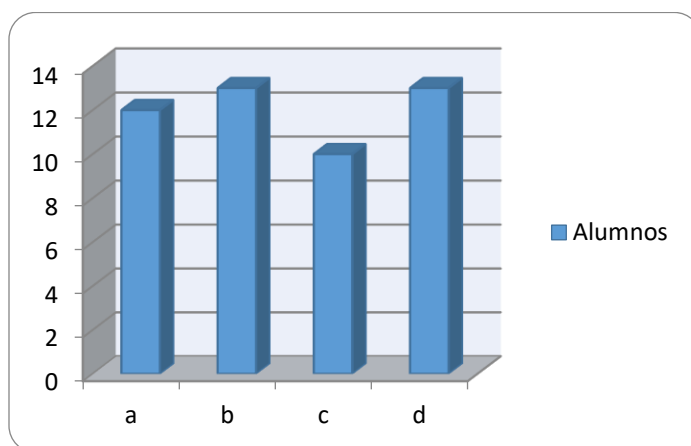


Figura 59. Gráfica de resultados obtenidos del ítem 2

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los resultados del ítem aplicado, el 80% que corresponde a 12 alumnos contestan de manera correcta el inciso **a**), el cual se encuentra en el nivel uniestructural, relacionando todos los conceptos de manera inmediata, este nivel está caracterizado porque los alumnos por simple inspección de la imagen, observan el cambio de velocidad en la sección I y II.

En el caso de la respuesta al inciso **b**), solo 86.6% que corresponde a 13 alumnos responden de manera correcta, considerando que en la sección II se observa el cambio de dirección.

En el inciso **c**), el 66.66% que corresponde a 10 alumnos, responden de manera correcta, considerando que la aceleración es la variación de la velocidad de un móvil en cada unidad de tiempo, mientras que los otros 5 alumnos sólo escriben que es un cambio de velocidad, sin tomar en cuenta el tiempo.

En el inciso **d**), el 86.6% que corresponde a 13 alumnos, responden de manera correcta, analizando y deduciendo que el cuerpo 1 tiene mayor velocidad que el cuerpo 2. Mientras que otros alumnos responden que el cuerpo 2 tiene mayor velocidad que el cuerpo 1, esto es incorrecto.

ÍTEM 3

En la figura, se muestran dos esferas que se encuentran a la misma altura y se sueltan al mismo tiempo, desde el reposo, en el extremo izquierdo de las pistas A y B. Observe la figura para responder las 4 preguntas.

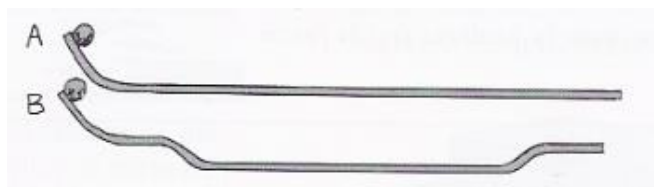


Figura 60. Movimiento de dos esferas

Fuente: Hewitt, P. G., & Lira, J. A. F. (2004). Física conceptual (Vol. 6). Addison Wesley.

- ¿Cuál de ellas, llega primero al final de su pista, considerando que la altura final para ambos cuerpos es la misma?*
- ¿En cuál de ellas es mayor la rapidez?*
- Establezca si hubo un desplazamiento mayor en alguna de las pistas cuando se deslizan las esferas*

d) Explique qué sucede con el desplazamiento y rapidez cuando existen más protuberancias en la pista B

En la figura 61, se muestra la gráfica con los resultados obtenidos en el ítem 3, de acuerdo con los niveles de la taxonomía SOLO propuestos para la evaluación de tema.

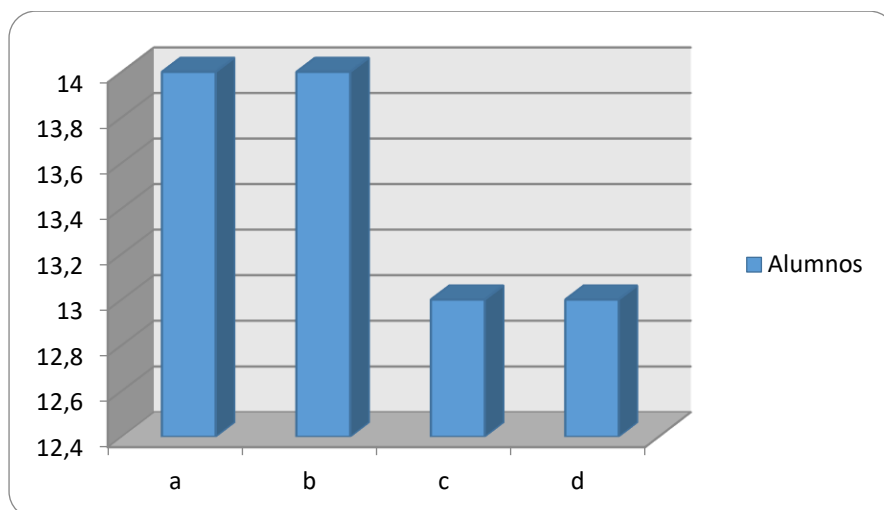


Figura 61. Gráfica de resultados obtenidos del ítem 3

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los resultados del ítem aplicado, el 93.3% que corresponde a 14 alumnos contestan de manera acertada (a), el cual se encuentra en el nivel uniestructural, relacionando todos los conceptos de manera casi inmediata, este nivel está caracterizado porque los alumnos de acuerdo a la simple inspección de la figura indican que la esfera B es la que llega primero a la meta.

En el caso de la respuesta al inciso (b), solo 93.3% que corresponde 14 alumnos responden que la mayor rapidez la experimenta la esfera B. Mientras que dos alumnos dicen tener confusión y no saber cuál de las esferas tiene mayor rapidez.

En el inciso (c), el 86.6% que corresponde a 13 alumnos, responden de manera correcta, donde argumentan que la esfera B es la que tiene el mayor desplazamiento. Los otros dos alumnos dicen que ambas esferas experimentan el mismo desplazamiento, no tomando en cuenta las protuberancias.

En el inciso **d**, el 86.6% que corresponde a 13 alumnos, responden de manera correcta, analizando que tanto el desplazamiento como la rapidez dependen de la forma de la protuberancia. El resto de los alumnos sin contestar.

ÍTEM 4

Observe la siguiente figura que muestra cierto tipo de movimiento y es referente para contestar cada una de las preguntas propuestas en los incisos.

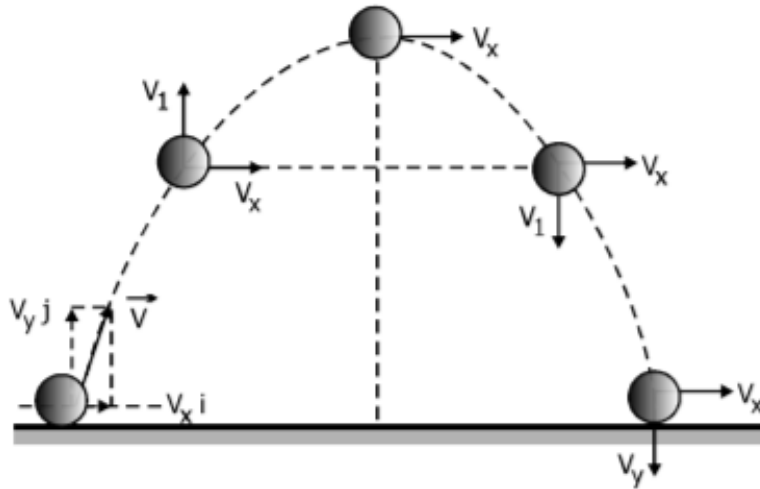


Figura 62. Tiro parabólico

Fuente: Hewitt, P. G., & Lira, J. A. F. (2004). Física conceptual (Vol. 6). Addison Wesley.

- En la figura, ¿Qué tipo de movimiento se muestra?
- En los diferentes puntos de la figura, ¿qué tipo de movimiento se manifiesta en el eje “x” y en el eje “y”?
- En el movimiento que se muestra en la figura, ¿cómo es la velocidad en el eje de las “x” y en el eje de las “y”?
- ¿Cómo sería la velocidad final del proyectil cuando éste cae por debajo del nivel del lanzamiento?

En la figura 63, se muestra la gráfica de los resultados obtenidos en el ítem 4, de acuerdo con los niveles de la taxonomía SOLO propuestos para la evaluación de tema.

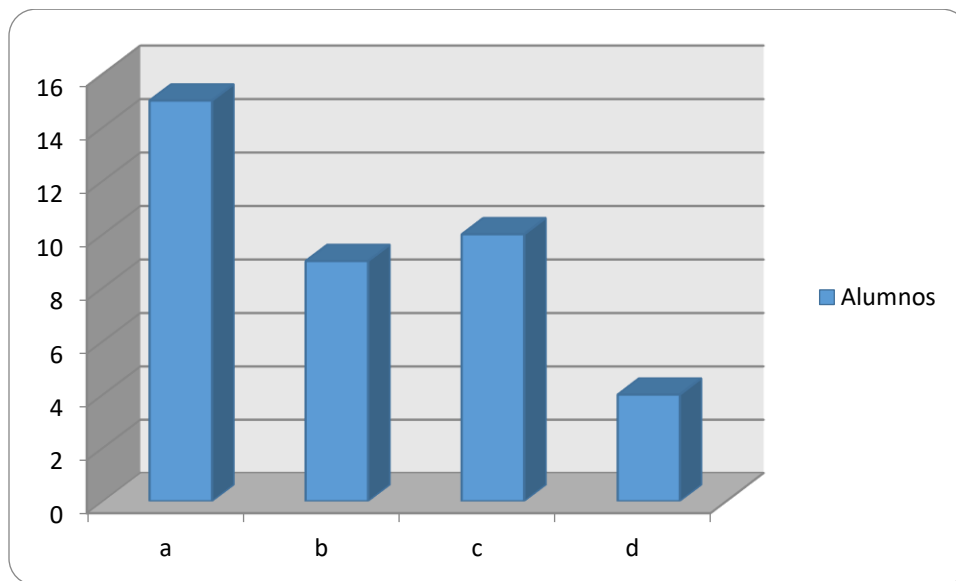


Figura 63. Gráfica de resultados obtenidos del ítem 4

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los resultados del ítem aplicado, el 100% que corresponde al total de 15 alumnos, contestan de manera acertada a la pregunta (a), el cual se encuentra en el nivel uniestructural, aquí relacionaron con la experiencia del cohete hidráulico. Contestando que es un movimiento parabólico.

En el caso de la respuesta al inciso (b), solo 60% que corresponde 9 alumnos responden que los movimientos que intervienen el horizontal es el MRU, mientras que en el eje vertical es el MRUA. El resto de los alumnos confunde los tipos de movimiento en los ejes.

En el inciso (c), el 66.6% que corresponde a 10 alumnos, responden de manera correcta, expresando que la velocidad en x es constante mientras que en el eje y la aceleración es constante debida a la gravedad.

En el inciso (d), el 33.3% que corresponde solo a 5 alumnos, responden de manera correcta, aquí los alumnos no imaginan la problemática. Los alumnos que contestaron correctamente esquematizan la situación para dar solución al problema

3.7 Ajuste fino: hallazgo de la retroalimentación

El presente trabajo se realizó con alumnos de tercer semestre que cursaron la unidad de aprendizaje, Física I. El ajuste fino se realizó a partir de a las observaciones de los alumnos, además, las actividades realizadas en el aula y fuera de ella. En la tabla 24, se enumeran una serie de puntos que a lo largo del proyecto se observaron y que permitirán ajustar cambios, para implementarlos en un segundo momento. También sería válido implementarlo en el curso de Física II, subsecuente al de Física I, y que por la organización y necesidades propias del Instituto en ocasiones no es posible continuar con los alumnos en el siguiente curso.

Tabla 24.

Aspectos no considerados en las actividades realizadas

Por parte de los alumnos	Observación en el proceso
▪ Utilizar el equipo de cómputo de la escuela.	✓ La actividad de inicio de “Ronning”, debe ser más clara y precisa en la trayectoria que realiza.
▪ Pedir que instalen en las computadoras de la escuela el software de Tracker.	✓ Utilizar un lenguaje adecuado y propio para el alumno comprenda lo que se pide.
▪ Integrar problemas con mayor grado de dificultad.	✓ Redactar de manera más específica, para evitar muchas instrucciones a los alumnos.
▪ Son muchas instrucciones que confunden.	✓ Integrar problemas que utilicen más ecuaciones de movimiento.
▪ Dedicar una semana al uso de Tracker.	
▪ Dedicar una semana a matemáticas básicas.	

Fuente: Elaboración propia

La implementación del cambio es un proceso que no termina, debido a la variedad en nuestra población de alumnos; por lo que nuevamente, se pueden dar ajustes e ir renovando conforme se avanza en el proyecto con los alumnos.

Como parte del ajuste fino que, en un segundo momento se dará, to mando en cuenta las consideraciones anteriores y la solicitud de la infraestructura de la institución, para ingresar a las instalaciones de cómputo, no es viable usar el laboratorio de cómputo como lo piden los alumnos, puesto que otras unidades de aprendizaje lo utilizan y los horarios no son

compatibles con la hora clase de Física I, la instalación del software de Tracker se tendría que platicar con las autoridades respectivas. Por otro lado, los ajustes que, si están dentro del alcance del docente son: la forma de redactar el problema, el uso de lenguaje apropiado y adecuado para que el alumno comprenda de manera más clara lo que se solicita y de esta manera evitar el uso excesivo de instrucciones. Mientras, para los alumnos que alcanzaron los niveles superiores de la taxonomía SOLO, la instrucción dada fue suficiente para entender e iniciar con el trabajo; para otros alumnos comentan que, fueron muchas las instrucciones y que por ello se confundían al no saber qué realizar, pero si bien es cierto, tampoco llevaron a cabo alguna instrucción que supuestamente si se había comprendido.

En este trabajo se integraron problemas y situaciones, donde los alumnos realizaron un análisis profundo y señalaron en dichas situaciones qué ecuaciones debían ocupar, sin llegar a la memorización, algunos alumnos consideran de mayor importancia el sólo memorizar las ecuaciones para utilizarlas para la resolución de problemas, por lo cual, un ajuste de manera más detallada que se trabajará en un segundo momento, es permitir que el alumno entienda los problemas que analiza, de manera más profunda, permitirán recordar las ecuaciones de movimiento, sin la necesidad de memorizarlas.

Una vez que se ha experimentado el cambio y analizar los ajustes finos que se requieren, se deberá aplicar nuevamente, siempre tomando en cuenta la reflexión inicial, volviendo al primer paso, aunque ya con el conocimiento añadido de lo ocurrido.

En este apartado se analizó la situación que expresan los alumnos y lo que se pudo observar en el proceso del proyecto, en el siguiente apartado se consideran los argumentos del crítico amigo, que es un observador externo y tiene puntos de vista que permiten ajustar con más detalle las actividades a implementar.

3.8 Retroinformación entre docentes: sugerencias y recomendaciones

La manera de reflexionar acerca de las mejoras en la práctica docente, con mayor objetividad, es recomendable recibiendo aportaciones de *colegas críticos*, que expresen aspectos no identificados por el docente, entre otras situaciones observadas desde una perspectiva diferente (Biggs, 2010)

En este apartado se consideraron las observaciones de dos docentes en el papel de amigo crítico y se consideró un instrumento de evaluación que se describe en el anexo H.

Crítica reflexiva por parte de los docentes

Docente 1, de la academia de Física

[...] La actividad de la profesora generó interés y la atención de los alumnos tanto de su grupo como de otros grupos, ya que fue desarrollado en el patio del CECyT 11. Los alumnos aprendieron los conceptos vertidos al tema mostrando dinamismo, entusiasmo, euforia por la realización de la actividad mencionada, rompiendo con el esquema tradicional de práctica demostrativa en el laboratorio. Además de ello, el uso de software permitió analizar el fenómeno descrito a más detalle [...]

Docente 2, de la academia de filosofía

[...] El entusiasmo que generó la actividad en los alumnos, rebasó las expectativas, pues contagió y llamó la atención de alumnos de otros grupos, incluso de los mismos profesores, lo que se debe aprovechar para motivar más a los alumnos y no dejar de hacer actividades de este tipo, de lo contrario, los alumnos se concentran en un esquema tradicional de sólo resolución de problemas, lo cual no es incorrecto. Sin embargo, nuestro modelo educativo exige estas premisas en la educación, que permiten llevar al alumno a un análisis más profundo de lo que es la Física. Por otro lado, el implementar actividades de manera aleatoria con el uso de las TIC hace que la actividad experimental sea contrastada con la teoría y sobre todo que al alumno no le queden dudas y sea comprobado mediante el uso de la tecnología.

Este tipo de actividad experimental con el análisis de software como el Tracker debe tener inicio en la planeación del docente e implementarlo en los cuatro bloques de la unidad de aprendizaje, de tal manera que los alumnos se familiaricen más con el software de aplicación y tengan la oportunidad de hacer un comparativo crítico, con las ecuaciones propias del tema que están estudiando [...]

Docente 3, de la academia de Física (respecto al ítem aplicado a los alumnos)

[...] Considero que la maestra llevó a cabo una serie de actividades concretas que permiten guiar al alumno a este tipo de cuestiones, de lo contrario sería un tanto difícil para el alumno contestar de manera correcta, pues se requiere de análisis más profundos, no son cuestiones que se contesten por simple inspección, quizá la primera de cada inciso. Da gusto saber que al menos a los alumnos que se les pregunto contestaron bien, con algunos detalles pero que denotan un poco más el interés hacia la física, esto nos permite aterrizar en: la motivación del alumno es lo ideal para afrontar tareas de este tipo, pues el siguiente factor importante es generarles interés por lo que estudian en Física y que lo que fue un simple experimento lo puedan ver reflejado en otras actividades de su entorno. [...]

Los comentarios se orientan hacia la actividad implementada y a los ítems propuestos, que permitieron verificar el aprendizaje de los alumnos. Fue una parte compleja para los compañeros docentes, porque generalmente no están acostumbrados a una evaluación; sin embargo, es enriquecedor el hecho de que compañeros que conviven y que son docentes del propio Centro de Estudios observen y críticamente realicen observaciones en busca de la mejora de los aprendizajes de los alumnos.

Conclusiones

La decisión de adecuar una planeación, basada en el alineamiento constructivo, estriba en reconocer que el aprendizaje superficial de los alumnos en la unidad de aprendizaje en Física, implica un problema desde los inicios de su educación de nivel medio superior y que en ocasiones pasa desapercibido como si fuera una condición inevitable.

De acuerdo con la metodología de investigación-acción aplicada en este trabajo fue muy apropiada en el auto-diagnóstico y la aplicación de actividades en el desarrollo del aprendizaje en los alumnos, procurando una participación amplia de los alumnos, investigando mediante el proceso de reflexión y autoaprendizaje de técnicas y métodos con el objetivo de redescubrir las condiciones iniciales.

La problemática se identifica en que los aprendizajes sólo llegan a la memorización de los conceptos y ecuaciones para la resolución de problemas, lo que lleva a reconocer que se ubican en un nivel de aprendizaje superficial, siendo éste, cuando los alumnos sólo repiten lo que se les ha mencionado en clase o han oído hablar, sin argumentar de manera fundamentada y rigurosa los hechos que exige la propia unidad de aprendizaje. A partir del análisis del examen diagnóstico que se aplicó a un grupo de alumnos del Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos No. 11, en el área: ciencias físico-matemáticas, muestran distintas formas el aprendizaje superficial, tales como la repetición de lo que creen que es correcto, o simplemente un concepto memorizado sin previo análisis. La investigación logró sintetizar y obtener los siguientes resultados mediante la investigación acción y reflexiones propias acerca del aprendizaje de los alumnos.

Los resultados preliminares partieron de la reflexión como docente, considerando la enseñanza que, anteriormente se aplicaba y que dan parte a la hipótesis planteada; adecuando las actividades de aprendizaje con aplicaciones tecnológicas como es el manejo de Tracker, basándose en el alineamiento constructivo; que propone la alineación de los objetivos curriculares, las actividades de enseñanza aprendizaje y

tareas de evaluación debidamente estudiadas, que incluye también los verbos de la taxonomía SOLO, centrándose en el nivel 3, del alineamiento constructivo que es: lo que hace el alumno, no con lo que hace el profesor ni con lo que sea el alumno, mucho menos las diferencias entre los alumnos, sino enfocado al verdadero proceso cognitivo que los alumnos emplean para aprender.

Es sustancial resaltar, que la aplicación del alineamiento constructivo; para el caso de la unidad de aprendizaje de Física, tomando en cuenta la taxonomía SOLO y las actividades de enseñanza y aprendizaje, con las tareas de evaluación. La opción de abstracto ampliado se modificó al integrar los verbos propios del programa de estudios del CECyT 11, pretendiendo que se consolide y fortalezca más el aprendizaje en la unidad del programa de Física I.

En el inicio de este trabajo de tesis, se planteó que mediante una planeación adecuada al alineamiento constructivo con integración de TIC en las actividades de enseñanza aprendizaje, los alumnos alcanzarían un aprendizaje profundo, que fue la hipótesis inicial no alcanzó a cumplirse al 100%, por diversos factores como la falta del software en el caso de un equipo de trabajo de alumnos, o bien porque según los alumnos, no pudieron descargar el software de manera gratuita.

Otro factor, que influyó en la actividad de inicio, fue un lenguaje más apropiado, que los alumnos manejen y utilicen en la cotidianidad, porque en este caso se interpretó de una manera distinta a la que se solicitó, lo que conllevó a un error en la práctica que iniciaban, para ello el trabajo colaborativo juega un papel importante pues gracias a esta colaboración entre alumnos se redirección el trabajo por parte de los alumnos.

El nuevo planteamiento ante estas situaciones que no se tomaron en cuenta desde el principio, la integración de la tecnología en Física va más allá de sólo usarla, en la actualidad es una necesidad por y para el desarrollo del aprendizaje de los alumnos, este trabajo arroja como resultado en los alumnos: la construcción y comprensión de los conceptos en el cual se logró un ambiente agradable y favorable para que se diera el aprendizaje, generando un cambio más entusiasta pero sobre todo un trabajo construido en la participación, en equipo y colaborativo lo que

permite el desarrollo de las competencias en el aspecto actitudinal y sobre todo en el aprendizaje.

El aprendizaje profundo permite que los alumnos piensen de un modo distinto, invitando a la curiosidad por investigar un poco más del tema, de esta manera se genera un pensamiento más autónomo, además procurando centrarse en el trabajo que están realizando, lo que implica que el aprendizaje tenga lugar de manera natural profundizando en los detalles e interesándolos al aprendizaje por placer.

El presente trabajo de investigación busca ampliarse hacia la adecuación de los planes y programas de las unidades de aprendizaje subsecuentes como son: Física II, III y IV, del área de ciencias básicas, porque los logros obtenidos acerca del alcanzar un aprendizaje profundo en los alumnos en la unidad de aprendizaje en Física fueron satisfactorios al mostrar los resultados de las argumentaciones que realizan los alumnos haciendo un comparativo al inicio del estudio de la Física y al final cuando se implementaron las actividades con la integración de TIC, permitiendo que los alumnos comprendan de un modo distinto, se logró el fomento a la curiosidad por investigar un poco más del tema, de esta manera se generó un pensamiento más autónomo, permitiendo generar la necesidad de saber, procurando centrarse en el trabajo que están realizando lo que implica que el aprendizaje tenga lugar de manera natural, profundizando en los detalles e interesándolos al aprendizaje por placer. De este modo, se puede hablar de una generalización a las otras unidades de aprendizaje de las áreas de: humanísticas y tecnológicas, pues Biggs (2010), menciona que se puede adecuar a las necesidades institucionales, además con base al acuerdo 444, por el que se establecen las competencias que constituyen el marco curricular común del Sistema Nacional de Bachillerato, se requiere que los alumnos tengan la capacidad de desempeñar y comprender el mundo, aprendiendo de forma autónoma de manera que estructure ideas y argumentos de manera clara, coherente y sintética, lo que se interpreta como una afinidad hacia el aprendizaje profundo del alumno, no sólo de la memorización, que son las propias exigencias de nuestro plan y programa de estudios institucionales.

El trabajo de tesis realizó una adecuación de los planes y programas de las unidades de aprendizaje, no como un cambio total, pues finalmente, tanto los planes y programas institucionales, como la propuesta del alineamiento constructivo concurren en el aprendizaje profundo que se desea logren los alumnos al término del curso de Física I con la integración de TIC como herramienta práctica en la ciencia experimental. Esto da pauta para que se implemente la adecuación del plan y programa de estudios en las subsecuentes unidades de aprendizaje en Física: Física II, Física III y Física IV, porque se pudo comprobar mediante la implementación de actividades, la alineación de los objetivos curriculares y las tareas de evaluación que es posible un aprendizaje profundo, es de suma importancia establecer la motivación en los alumnos, como ciencia experimental el alumnos debe interactuar no sólo en modo físico sino también con las tecnologías que en nuestro caso se expuso en los resultados.

Por otro lado, la inserción de las tecnologías en la adecuación del plan y programa de estudios que se planteó en combinación con el alineamiento constructivo permitió:

- ✓ El trabajo colaborativo, al compartir las experiencias del uso de la herramienta tecnológica entre los alumnos.
- ✓ Fomento de la actitud crítica y reflexiva en el alumno, a través del uso de herramientas (en este caso Tracker).
- ✓ Investigación autónoma por parte del alumno para el aprendizaje y mejora continua de la herramienta tecnológica (uso del Tracker).
- ✓ La mayoría de los alumnos cuenta con los recursos tecnológicos que permitieron que desarrollaran su trabajo en Tracker.
- ✓ Destacaron las destrezas de los alumnos en el uso de Tracker.

Los puntos anteriores que desarrollaron los alumnos son cruciales para que logran un aprendizaje profundo. Aunque no se considera que sea una condicionante para que los alumnos adquieran un aprendizaje; sin embargo, algo que les gusta a los alumnos es poder hacer uso de las herramientas tecnológicas, prestando más atención, pues nuestros alumnos están creciendo y viviendo en una era tecnológica,

que, si bien no lo es todo, permite analizar mejor las situaciones experimentales como es el caso de la Física, y también, en otras áreas.

Finalmente, se agrega la motivación, la cual tiene un papel importante, en el proceso de aprendizaje del alumno, con ello se logra que el alumno se entusiasme en cada clase y además con esa motivación se logra el entusiasmo y el deseo de conocer más experimentos. Considero que el mayor esfuerzo que debemos realizar los docentes es la de generar curiosidad en los alumnos en un ambiente de respeto, evitando ser rígidos en la enseñanza y como malamente los mismos alumnos lo nombran es una unidad de aprendizaje “dura”, la realización de experimentos que relacionen con su especialidad, pero sobre todo que permita desarrollar sus habilidades propias de adolescentes son los requisitos para generar un ambiente de aprendizaje.

Limitaciones de la investigación

Esta investigación nos permite enfocarnos en la parte consciente de las limitaciones que existen, con el fin de analizar resultados desde otra perspectiva y proponer acciones futuras. Entre las limitaciones que se pueden mencionar:

- × En algunos temas no es posible usar alguna herramienta tecnológica, en el presente trabajo se utilizaron otras actividades que no se registraron porque no causó el impacto deseado, pero también las actividades que se implementaron no se usó como tal una herramienta tecnológica para el análisis de experimentos, sino algunas actividades como el billar on-line, a pesar de que era un software en donde el alumno tenía que jugar de manera virtual y analizar las trayectorias de los vectores, no lo realizó, prefiriendo hacerlo de manera vivencial.

- × Al no tener otros grupos del mismo nivel semestral, no pudo haber un comparativo de al menos dos grupos. Pero se considera implementar esta estrategia en los semestres próximos con el fin de comparar.

- × Las limitaciones de infraestructura tecnológica en el centro de estudios, como es los laboratorios de cómputo en su máxima capacidad para que los alumnos puedan trabajar, se sugiere dialogar para llegar a un común acuerdo con las autoridades respectivas de los espacios y en el departamento de informática instalar el software, permitiendo el acceso a los alumnos en un horario determinado para que ellos puedan usarlo.

Recomendaciones

La propuesta de la actividad experimental se hizo considerando el alineamiento constructivo y la integración de las TIC para lograr una buena enseñanza que permitiera una mayor apropiación y asimilación del tema de movimiento por parte de los alumnos, quedando abierta esta opción para seguir trabajando en la mejora y/o nuevas propuestas para usar el software de Tracker, difundiéndolo entre compañeros docentes.

Esta investigación permite realizar otros proyectos para abrir más posibilidades de investigación por señalar algunos ejemplos:

- ✚ Trabajar con alumnos irregulares, los cuales son alumnos que ya han cursado la unidad de aprendizaje y podríamos ubicarlos en un enfoque con tendencia a profundo, facilitando así las actividades y verificar si realmente tiene caso, que vuelvan cursar la unidad de aprendizaje.
- ✚ Integrar en todas las unidades del programa la adecuación, eso conlleva a la búsqueda de otras herramientas tecnológicas para la implementación de otros experimentos y así establecer el manejo de nuevas herramientas tecnológicas.
- ✚ Asesoramiento de profesionales críticos para la mejora de la implementación de las actividades y con el fin de mantener la retroinformación en el área de la Física.
- ✚ Llevar a cabo la adecuación en todas las unidades de aprendizaje subsecuentes de Física y con la posibilidad de dar un seguimiento a los alumnos que llevaron a cabo las actividades implementadas mediante el alineamiento constructivo.

Bibliografía

Alvarado, M. E., y Flores-Camacho, F. (2010). *Percepciones y supuestos sobre la enseñanza de la ciencia: Las concepciones de los investigadores universitarios. Perfiles educativos*, 32(128), 10-26. Recuperado en 11 de mayo de 2017, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-26982010000200002&lng=es&tlng=es

Alvarado, L. J., y García, M. (2008). Características más relevantes del paradigma socio-crítico: su aplicación en investigaciones de educación ambiental y de enseñanza de las ciencias realizadas en el Doctorado de Educación del Instituto Pedagógico de Caracas. *Sapiens: Revista Universitaria de Investigación*, 9(2), 187-202. Recuperado en 10 de septiembre de 2016, de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3070760.pdf>

Ancira, A. Z., y Gutiérrez, F. J. M. (2011). *Integración y apropiación de las TIC en los profesores y los alumnos de educación media superior. Apertura*, 3(1), 142-155. Recuperado el 11 de mayo de 2017, de <http://www.udgvirtual.udg.mx/apertura/index.php/apertura/rt/printerFriendly/193/208>

Arceo, F. D. B., Rojas, G. H., y González, E. L. G. (2010). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: una interpretación constructivista*. México: McGraw-hill

Ballestas, N., y Rivera, P. E. (2013). La hibridación tecnológica. Una aproximación al proceso comunicativo desde la perspectiva educativa. *Panorama*, 3(7). Bogotá: Universidad de Politécnico Gran Colombiano.

Barberà, E. (2008). *Aprender e-learning*. España: Paidós

Barbero, E., Doménech, M., et. Al. (sf) *Matemáticas 1º ESO*. España: Ministerio de Educación. Recuperado el 22 de noviembre de 2016, de <http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/1esomatematicas/1quincena10/1quincena10.pdf>

Biggs, J. (2010). *Calidad del aprendizaje universitario*. España: Narcea ediciones.

Bustamante, Y. (2013), Informe académico. Recuperado el 25 de mayo de 2017 en: <http://www.excelsior.com.mx/nacional/2013/04/13/893620>

Cabrero, J., y Castañeda, C. (2002). *Las TIC en la Universidad*. Sevilla: Madrid.

Carrasco, L. (2013). *Aprendizaje, competencias y TIC: Aprendizaje basado en competencia*. Puebla: Pearson.

Cerda Gutiérrez, H. (2002). *Los elementos de la Investigación como reconocerlos, diseñarlos y construirlos*. Bogotá: BUHO LTDA

Dirección de Educación Media Superior (DEMS). *Plan y programa de estudios*. Recuperado el 12 de Junio de 2017 de <http://www.ipn.mx/mediasuperior/Paginas/Tec-Tel.aspx>

DOF (2008). ACUERDO número 442 por el que se establece el Sistema Nacional de Bachillerato en un marco de diversidad. *Diario Oficial de la Federación*, Recuperado el 25 de mayo de 2017, de http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5061936&fecha=26/09/2008

DOF (2008b). ACUERDO número 444 por el que se establecen las competencias que constituyen el marco curricular común del Sistema Nacional de Bachillerato. *Diario Oficial de la Federación*, Recuperado el 25 de mayo de 2017, de http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5061936&fecha=26/09/2008

DOF (2008c). ACUERDO número 447 por el que se establecen las competencias docentes para quienes imparten Educación Media Superior en la modalidad escolarizada. *Diario Oficial de la Federación*. Recuperado el 25 de mayo de 2017, de http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5061936&fecha=26/09/2008

Elizondo, Treviño Ma. Del Socorro. Dificultades en el proceso enseñanza aprendizaje de la Física. *Presencia Universitaria*. Año 3. No.5. Enero-junio 2013. Recuperado el 12 de septiembre de 2016, de [http://eprints.uanl.mx/3368/1/Dificultades en el proceso ense%C3%B1anza aprendizaje de la F%C3%ADsica.pdf](http://eprints.uanl.mx/3368/1/Dificultades%20en%20el%20proceso%20ense%C3%B1anza%20aprendizaje%20de%20la%20F%C3%ADsica.pdf)

Franco, Á. (2011). Internet en la enseñanza y el aprendizaje de la Física. *Revista española de Física*, 17(5). Recuperado el 28 de mayo de 2017, de http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/teoria/A_Franco/Introduccion/fisica/fisica1.htm

Gil, S. (2014). *Experimentos de Física usando las TIC y elementos de bajo costo*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Alfaomega Grupo Editor Argentino.

Gámiz-Sánchez, V. (2009). *Entornos virtuales para la formación práctica de estudiantes de educación: implementación, experimentación y evaluación de la plataforma aulaweb*. (Tesis doctoral). Universidad de Granada, España. Recuperado el 12 de septiembre de 2016, de <https://hera.ugr.es/tesisugr/1850436x.pdf>

Hernández, J. J. A. (2014). Tecnologías de la información y la comunicación (TIC) aplicadas a la docencia. *Logos Boletín Científico de la Escuela Preparatoria No. 2*, 1(1). Recuperado el 10 de noviembre de 2016, de <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa2/n1/e1.html#nota0>

Hewitt, P. G., y Lira, J. A. F. (2004). *Física conceptual* (Vol. 6). México: Pearson

López, M., Ángel, D.; Flores, C., F., Gallegos, L. La formación de docentes en física para el bachillerato. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*. Recuperado el 14 de septiembre de 2016, de <http://www.redalyc.org/pdf/140/14000904.pdf>

Nuevo Modelo Educativo del IPN. Plan 2008. México: Instituto Politécnico Nacional.

Fazio, M. (sf). *Manual de uso para el software de Graphmatica 2.0*. Recuperado en 11 de mayo de 2017, de <http://difusion.df.uba.ar/ConectarIgualdad/Tutorial%20Graphmatica.pdf>

Maiztegui, A. (2002). Papel de la tecnología en la educación científica: una dimensión olvidada. *Revista Iberoamericana de Educación*, (28), 129-158.

Rama, C. (2004). *El nuevo paradigma de la educación y el papel de las industrias culturales*. Universidad Nacional de Entre Ríos. Recuperado el 07 de enero 2017, de http://www.ifsociety.org/voxmagister/transformacion_industrias_educativas.htm

Red Onmidia LTDA. (2015). *Diccionario ABC*. Sao Paulo, Brasil. Recuperado el 10 de noviembre de 2016, de <http://www.definicionabc.com/medio-ambiente/lluvia.php>

Restrepo Gómez, B. (2004). La investigación-acción educativa y la construcción de saber pedagógico. *Educación y educadores*, núm. 7. Colombia: Red de Revistas Científicas.

Rivas M. (2008). *Procesos cognitivos y aprendizaje significativo*. España: Subdirección General de Inspección Educativa de la Viceconsejería de Organización Educativa de la Comunidad de Madrid

Sears, F., Zemansky, M., Young, H. D., y Freedman, R. (1999). *Física universitaria* vol. 1. México: Addison Wesley Longman.

Suárez Téllez, L; Cordero Osorio, F; Daowz Ruiz, P; Ortega Cuenca, P; Ramírez Ortega, A; Torres Guerrero, J L; (2005). De los paquetes didácticos hacia un repositorio de objetos de aprendizaje: un reto educativo en matemáticas. Uso de las gráficas, un ejemplo. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 8() 307-333. Recuperado el 10 de noviembre de 2016, de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=331427204016>

Torrecilla, F. J. M., y Javier, F. (2011). Investigación acción. *Métodos de investigación en educación especial. 3ª Educación Especial. Curso.*

Valdés, P., Castro, R. V., Aranzábal, J. G., y Santos, T. (2002). Implicaciones de las relaciones ciencia-tecnología en la educación científica. *Revista Iberoamericana de Educación*, (28), 101-128.

ANEXOS

Anexo A. Unidad IV del programa de Física I

UNIDAD IV DEL PROGRAMA: CINEMÁTICA						
COMPETENCIA PARTICULAR: Demuestra el movimiento de los cuerpos aplicando los principios de la cinemática, en situaciones académicas y sociales.						
RESULTADO DE APRENDIZAJE PROPUESTO (RAP) No. 1 Resuelve problemas de movimiento en una dimensión, en situaciones académicas y su entorno social.						
				TIEMPO ESTIMADO PARA OBTENER EL RAP: 9 hrs.		
CONTENIDOS DE APRENDIZAJE	ACTIVIDADES SUSTANTIVAS		AMBIENTE DE APRENDIZAJE	EVIDENCIA DE APRENDIZAJE	CRITERIOS DE EVALUACIÓN FORMATIVA	MATERIALES Y RECURSOS DIDACTICOS
	DE APRENDIZAJE	DE ENSEÑANZA				
<p>CONCEPTUAL:</p> <p>INTRODUCCIÓN E IMPORTANCIA DE LA CINEMÁTICA.</p> <p>CONCEPTOS DE:</p> <p>POSICIÓN, MOVIMIENTO, DESPLAZAMIENTO, DISTANCIA, VELOCIDAD, RAPIDEZ Y ACELERACIÓN.</p> <p>PROCEDIMENTAL:</p> <p>MOVIMIENTO EN UNA DIMENSIÓN: MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORME (MRU), MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORMEMENTE VARIADO (MRUV) HORIZONTAL Y VERTICAL.</p> <p>PRÁCTICA 12 MRU PRÁCTICA 13 MRUV PRÁCTICA 14 CAÍDA LIBRE PRÁCTICA 15 TIRO VERTICAL</p> <p>ACTITUDINAL</p> <p>-SE EXPRESA Y COMUNICA -PIENSA CRÍTICA Y REFLEXIVAMENTE.</p>	<p>Describe la importancia del estudio de la Cinemática y su aplicación en el desarrollo tecnológico.</p> <p>Conceptualiza y representa el movimiento en una dimensión.</p> <p>Identifica elementos que le permitan resolver problemas de movimiento en una dimensión.</p> <p>Resuelve problemas de movimiento rectilíneo uniforme (MRU), movimiento rectilíneo uniformemente variado (MRUV) horizontal y vertical.</p>	<p>Induce a la búsqueda de la información referida a la importancia de la Cinemática.</p> <p>Induce al concepto y características de: movimiento rectilíneo uniforme (MRU), movimiento rectilíneo uniformemente variado (MRUV) horizontal y vertical.</p> <p>Ejemplifica las gráficas características de los diferentes movimientos.</p> <p>Ejemplifica el procedimiento para calcular las variables del movimiento en una dimensión.</p> <p>Plantea problemas de movimiento en una dimensión en situaciones académicas y en su entorno.</p>	<p>Aula</p> <p>Fuera del aula</p>	<p>Aborda experimentalmente los diferentes movimientos en una dimensión, características y modelos matemáticos para resolver problemas que tengan relación con su entorno social.</p>	<p>El movimiento en una dimensión se establece plenamente y se aplica a la solución de problemas.</p> <p>La Cinemática es relacionada con sus conceptos fundamentales.</p> <p>Expresa ideas y conceptos mediante representaciones gráficas y matemáticas.</p> <p>-Desarrolla procedimientos de manera reflexiva.</p> <p>-Aporta ideas para la solución de un problema en equipo con actitud constructiva.</p>	<p>Pizarrón.</p> <p>Marcadores.</p> <p>Proyector de acetatos.</p> <p>Computadora y cañón.</p> <p>Presentaciones en Power Point.</p> <p>Diapositivas.</p> <p>Videos.</p> <p>Foros de discusión.</p> <p>Visitas a museos y/o empresas</p>

Anexo B. Programa de Física, una adecuación para el logro de niveles cognitivos superiores de acuerdo con la taxonomía SOLO (Nivel Medio Superior)

Programa se aplica Orientado hacia un Enfoque Superficial			Aprendizaje Profundo	Plan de acción a implementar Enfoque Profundo				
Unidad IV: Cinemática				Unidad IV. Cinemática				
Competencia Particular: Demuestra el movimiento de los cuerpos aplicando los principios de la cinemática, en situaciones académicas y sociales.			Alineación de objetivos curriculares, actividades de enseñanza y aprendizaje y tareas de evaluación Nivel	Objetivo curricular. Reflexionar y demostrar los tipos de movimiento que existen, situando problemas clave y relacionándolos con el entorno cotidiano, considerando la importancia de la modelación de estos movimientos con el uso de software Tracker para la realización de un análisis profundo.				
Resultado de Aprendizaje propuesto (RAP) No. 1. Resuelve problemas de movimiento en una dimensión, en situaciones académicas y su entorno social.								
Contenido de Aprendizaje	Actividades Sustantivas		Ambiente de Aprendizaje	Actividades			Evaluación	Ambientes de Aprendizaje
	De aprendizaje	De enseñanza		De Enseñanza	De Aprendizaje	Con TIC		
<p>Conceptual</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Introducción e importancia de la cinemática. ✓ Conceptos de: movimiento, desplazamiento, distancia, velocidad, rapidez y aceleración. ✓ Movimiento en un plano. <ul style="list-style-type: none"> a. Movimiento parabólico (MP), b. Movimiento Circular Uniformemente Variado (MCUV) c. Movimiento Armónico Simple (MAS) <p>Procedimental</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Movimiento en una dimensión: <ul style="list-style-type: none"> a. Movimiento Rectilíneo Uniforme (MRU) b. Movimiento Rectilíneo Uniformemente Variado (MRUV) horizontal y vertical. <p>Prácticas de laboratorio</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Describe la importancia del estudio de la cinemática y su aplicación en el desarrollo tecnológico. ▪ Conceptualiza y representa el movimiento en una dimensión. ▪ Identifica elementos que le permitan resolver problemas de movimiento en una dimensión. ▪ Resuelve problemas de movimiento rectilíneo uniforme (MRU), movimiento 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Induce a la búsqueda de la información referida a la importancia de la cinemática. ▪ Induce al concepto y características de movimiento rectilíneo uniforme (MRU), movimiento rectilíneo uniformemente variado (MRUV) horizontal y vertical. ▪ Ejemplifica las características de los diferentes movimientos. 	Aula Laboratorio Patio escolar	<ul style="list-style-type: none"> - Presentar ejemplos de los diversos tipos de movimiento y la aplicación cotidiana de los mismos. - Compartir videos tutoriales del uso del software Tracker - Ejemplificación del movimiento de un objeto por medio de gráficos, haciendo el comparativo con la solución analítica (algebraica). - Muestra en clase de cómo utilizar el software de Tracker y el gráfico. - Resolución del problema propuesto. - Indicaciones para llevar a cabo la 	<ul style="list-style-type: none"> - Presentación de ejemplos; resolviendo un problema de movimiento "Ronning" con gráficos en papel milimétrico o en hoja cuadriculada. - Invención de un problema de movimiento semejante a "Ronning". - Resolución del problema inventado por el alumno en papel milimétrico o en hoja cuadriculada. - Grabación del experimento mediante el uso de celular (movimiento del objeto inventado para llevar a 	<ul style="list-style-type: none"> - Descarga de software Tracker para llevar a cabo el trabajo de análisis y modelación de los movimientos a estudiar. - Uso de celular para video grabar la experiencia del cohete hidráulico. - Uso de Tracker para analizar el movimiento del cohete hidráulico. - Identificación de los movimientos y trayectorias que realizo el 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ <i>Evaluación formativa:</i> Videos tutoriales para el uso del software Tracker. En esta evaluación los alumnos pueden compartir puntos de vista, sugerencias de cómo utilizar las aplicaciones sugeridas, las variantes que encuentran en la información propuesta por la profesora y las fuentes a las que recurren los alumnos. ❖ Evaluación sumativa: Se consideran los porcentajes para 	<ul style="list-style-type: none"> - Aula - Laboratorio - Patio central de la escuela - Virtuales <p>EVIDENCIAS</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Reporte con conclusiones ✓ Video, tabla y gráficos con análisis de datos, en Tracker. ✓ Problemas resueltos en papel para la realización del comparativo.

<ul style="list-style-type: none"> • MRU • MRUV • Caída libre • Tiro vertical • Tiro parabólico • MCU • MCUV 	<p>rectilíneo uniformemente variado (MRUV) horizontal y vertical.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Conceptualiza y representa el movimiento en dos dimensiones. ▪ Identifica elementos que le permitan resolver problemas de movimiento en dos dimensiones. ▪ Resuelve problemas de movimiento parabólico (MP), movimiento circular uniformemente variado (MCUV) y movimiento armónico simple (MAS). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ejemplifica el procedimiento para calcular las variables del movimiento en una dimensión. ▪ Plantea problemas de movimiento en una dimensión. ▪ Induce al concepto y características del movimiento en dos dimensiones. ▪ Ejemplifica las gráficas características de los diferentes movimientos en dos dimensiones. ▪ Ejemplifica el procedimiento para calcular las variables del movimiento en dos dimensiones. ▪ Plantea problemas de movimiento en dos dimensiones en situaciones académicas y en su entorno. 		<ul style="list-style-type: none"> ✚ Relacional, durante la experimentación el alumno compara los movimientos experimentados, explica las causas de los movimientos, analiza los movimientos vistos en la experimentación por medio del software Tracker y los relaciona como parte de la conclusión. ✚ Abstracto apliado, adecuado al plan y programa de estudios. Considerando los siguientes verbos: Reflexionar y Demostrar. Los alumnos Demuestran mediante reportes que evidencian su aprendizaje alcanzado, además de contestar de manera correcta y profundizar en sus respuestas del ítem aplicado. 	<p>actividad experimental de "Cohete Hidráulico".</p>	<p>cabo el análisis en Tracker)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Experimentación "Actividad de Cohete hidráulico" en el patio escolar. - Grabación del movimiento del cohete hidráulico mediante el uso del celular del alumno, para posteriormente realizar el análisis y modelación con Tracker. 	<p>cohete hidráulico.</p>	<p>los siguientes productos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Evaluación continua (experimento en el patio) 2. Reporte de actividad 3. Análisis de gráficos y tablas. 4. Video con los análisis y conclusiones. 5. Ítem aplicado 	<p>✓ Reporte escrito que evidencien los aprendizajes logrados.</p>
---	---	---	--	--	---	--	---------------------------	--	--

Anexo C. Manejo y aplicación del programa Tracker

Tracker es un software que realiza un seguimiento manual y automatizado de objetos con superposiciones de posición, velocidad y aceleración con los datos del experimento. A continuación, se enumeran sus principales características del programa, las cuales permiten recrear experimentos en Física y lo hace de manera dinámica.

Contiene los siguientes elementos para dar inicio con el análisis del video.

- Centro de masas
- Vectores gráficos interactivos y sumas vectoriales.
- Perfiles de líneas RGB en cualquier ángulo, regiones RGB dependientes del tiempo.

Con respecto al modelado de los experimentos:

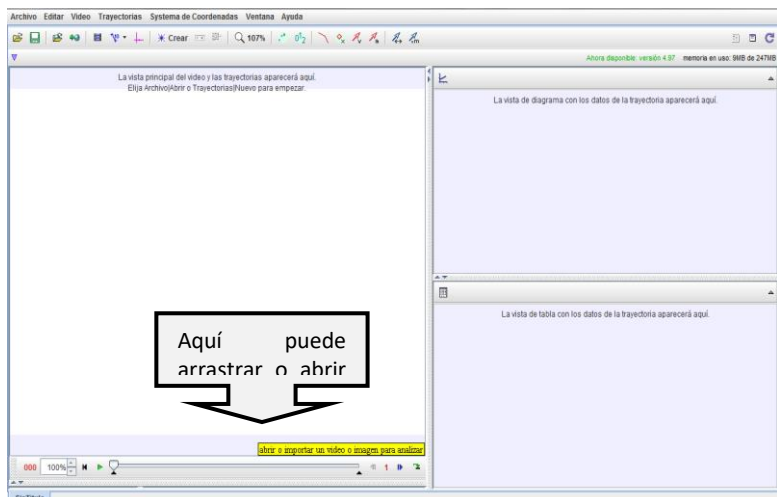
- Crea modelos cinemáticos y dinámicos de partículas de masa puntual y sistemas de dos cuerpos.
- Las superposiciones de modelos se sincronizan automáticamente y se escalan al video para una comparación visual directa con el mundo real.
- Las nuevas pistas de datos utilizan datos de modelos externos, incluyendo simulaciones.

Generación y análisis de datos:

- Escala del sistema de coordenadas fija o variables en el tiempo, origen e inclinación.
- Múltiples opciones de calibración, palo, puntos de calibración y/u origen desplazado.
- Cambia fácilmente al centro de masa y otros marcos de referencia.
- Los transportadores y las medidas de cinta proporcionan medidas fáciles de la distancia y del ángulo.
- La herramienta de ajuste de círculo se adapta a los círculos a varios puntos, pasos y pistas.
- Define variables personalizadas para el trazado y el análisis.
- Añadir columnas de texto editables para comentarios o datos introducidos manualmente.
- La herramienta de análisis de datos incluye un ajuste a curvas de manera automática y manual.
- Exporta datos formateados o sin procesar a un archivo de texto.

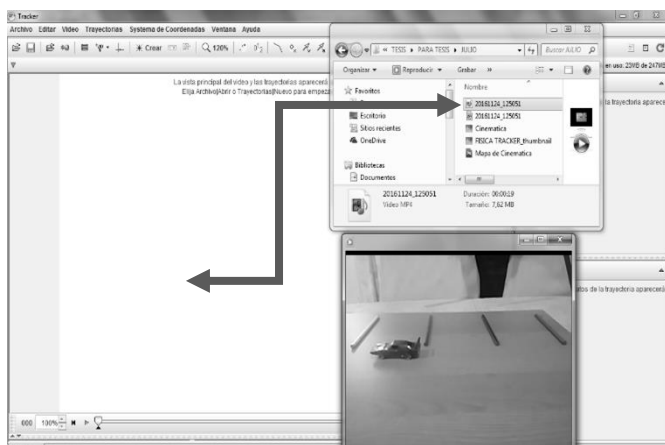
Inicialmente se descarga el software de Tracker de manera gratuita a través del siguiente link: <http://physlets.org/tracker/>

Cuando esté lista la descarga de Tracker, el programa abierto por primera vez muestra la pantalla de inicio en la siguiente figura.

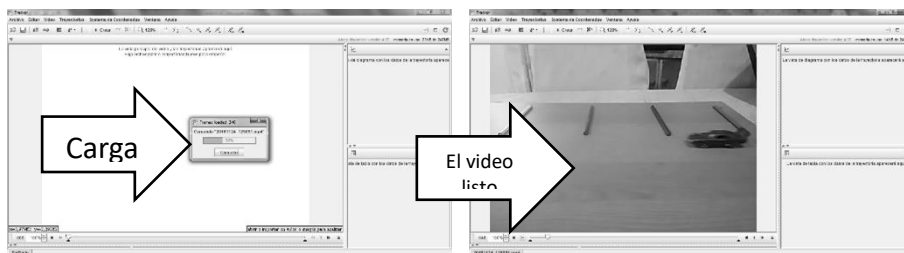


Como puede observarse en la figura anterior, puede arrastrar o bien abrir el video en la sección del primer recuadro.

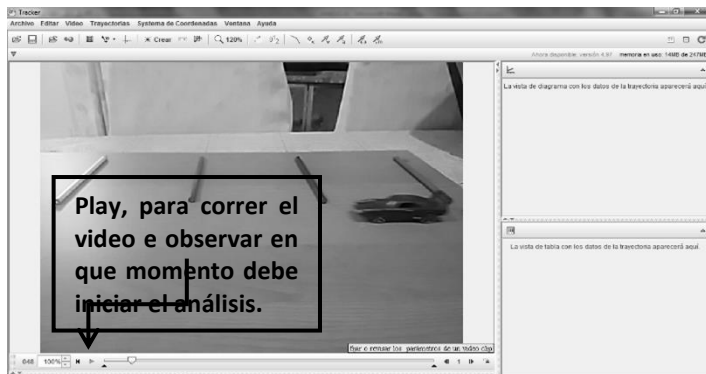
En este caso pondremos el ejemplo de arrastrar un video como se muestra en la siguiente figura, siendo el video seleccionado el 20161124_125051 que es uno de los videos de los alumnos, seleccionamos y arrastramos hacia la pantalla de Tracker que ya está abierta.



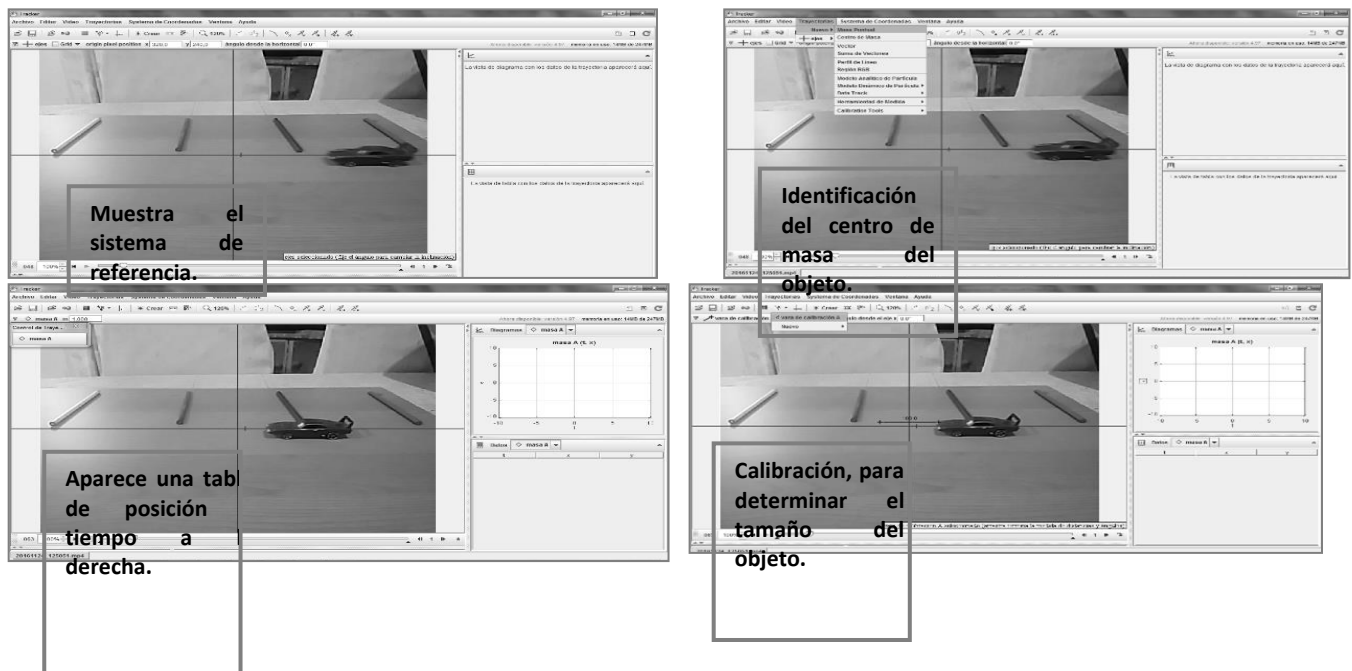
Se inicia carga del video, como se muestra a continuación, en el recuadro 2 se muestra el objeto analizar, y esto se lleva a cabo mediante



En la siguiente figura se muestra el botón de play, donde se inicia el arranque del video y nos permite identificar en donde deseamos el inicio del análisis.



Ahora a determinar el sistema de referencia y determinación de la masa. Es decir; la referencia del objeto para que el software analice el cuerpo correcto.



Anexo D. Activación mental - Rastreo Numérico



Fuente: Scherzer, R. Material de alto rendimiento (2006).

Anexo E. Examen Diagnóstico

ESTUDIANTE: _____

GRUPO: _____

PROFRA. GUILLERMINA ÁVILA GARCÍA

EXAMEN DIAGNÓSTICO FÍSICA I

Agosto/2016

Analice cuidadosamente las siguientes situaciones, subraye la respuesta correcta y justifique cada una de ellas.

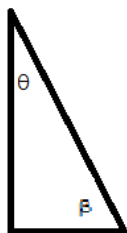
1. Escriba, ¿qué entiende por Física?
2. ¿Qué es lluvia? Describa detalladamente.
3. ¿Qué es un fenómeno químico y escriba 5 ejemplos explicando cada uno de ellos?

4. Evalúe las siguientes expresiones algebraicas. Si $x = -3$, e $y = 3/2$

a) $3x - (y - 2x^2) =$

b) $\frac{\frac{x-y}{4-2}}{\frac{x}{y}+5} \cdot \frac{4}{y} =$

5. Escriba todas las funciones trigonométricas de los ángulos θ y β en el siguiente triángulo rectángulo.



Despeje las variables que se indican en cada caso:

a) $P = I^2V$, despeje I

b) $h = \frac{1}{2}gt^2$, despeje t

c) $\sqrt{xyz^2} = \frac{1}{2}w$, despeje z

Complete el siguiente cuadro CQA con respecto a lo que conoce de Física

C	Q	A

6. Resuelva la siguiente ecuación

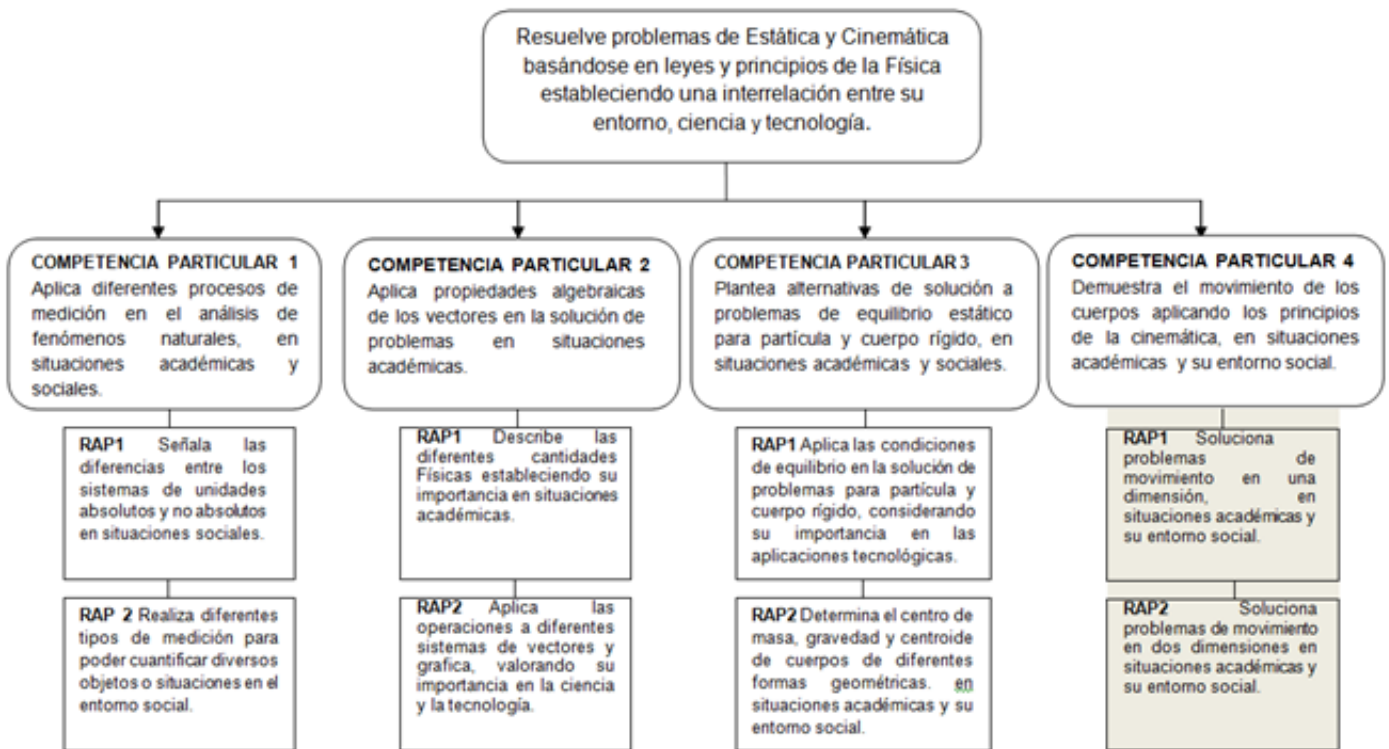
$$\frac{x+2}{3} = \frac{2x-1}{4}$$

Anexo F. Resultados del examen Diagnóstico

Del cual se obtuvieron los siguientes resultados, considerando los siguientes aspectos.

Reactivos	Contenido	Aspectos que se evalúa con el concepto
1, 2, 3.	Conceptual	Se consideran del tipo conceptual, en un nivel básico de definiciones de la unidad de aprendizaje en Física.
4a y 4b.	Procedimental	Se considera un reactivo del tema de sustituciones de las variables en expresiones algebraicas, que se valora con mucha importancia en el repaso de matemáticas básicas y en la unidad de Estática del programa de Física.
5		Un reactivo que toma en cuenta las funciones trigonométricas, esenciales para el tema de la unidad II Álgebra vectorial para el aprendizaje de la suma de vectores, además de ser considerado base para los temas subsiguientes de las unidades de aprendizaje. El aprendizaje de este tema es estudiado en la unidad de aprendizaje de Matemáticas II que se cursa en segundo semestre en el centro de estudios.
6		Reactivo que corresponde a la solución de las ecuaciones de primer grado y que serán utilizadas para la unidad de Álgebra vectorial, en los temas de Primera y Segunda Condición de Equilibrio. Además de la relación con los temas de la unidad III. Estática.
7a, 7b y 7c.		Son reactivos en donde el alumno despeja alguna variable de la ecuación, los despejes son utilizados en la unidad III. Estática.
8	Actitudinal	Para identificar cómo se desenvuelven los alumnos. Se agregó dos escritos más a los alumnos en donde escribieran las expectativas del curso, además del compromiso para el aprendizaje de la Física.

Anexo G. Red de Competencias



Fuente: Modelo Educativo Centrado en el Aprendizaje con enfoque por competencias, Plan 2008. IPN

Anexo H. Instrumento de evaluación al trabajo de experimentación y de proceso de aprendizaje

Reflexionar acerca del desempeño profesional de la docente en la implementación de actividades y tareas de evaluación que realizó con sus alumnos con el fin de generar el aprendizaje profundo de los mismos y mejorar las actividades de enseñanza en la unidad de aprendizaje, Física I.

Instrucciones

- a. Lea detenidamente cada enunciado del siguiente cuestionario y conteste lo más objetivo posible correspondiente a la alternativa con que usted le califica.
- b. Utilice la siguiente tabla de valoración.

Tabla de valoración				
1	2	3	4	5
<i>Nunca</i>	<i>Rara vez</i>	<i>Algunas veces</i>	<i>Frecuentemente</i>	<i>siempre</i>

Didáctica y actividades implementadas	Valoración				
	1	2	3	4	5
1. Planifica la sesión de experimentación de “cohete hidráulico”	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Utiliza tecnologías de la información y comunicación para la clase.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Adapta espacios y recursos en función de las necesidades de los estudiantes.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Aprovecha el entorno natural y social para propiciar el aprendizaje de los alumnos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Implementa el uso de materiales distintos a los de laboratorio para generar el aprendizaje de los alumnos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Valoración

Del trabajo experimental y el uso de software

	1	2	3	4	5
1. <i>Cumple con las normas y reglamentos institucionales.</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. <i>Trabaja colaborativamente con sus alumnos.</i>					
3. <i>Atiende las dudas de los alumnos en el momento de la experimentación.</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. <i>Domina el tema y explica a los alumnos de diversas formas para que comprendan el tema.</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. <i>Propone a los alumnos algunas soluciones para el trabajo experimental.</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. <i>Motiva a los alumnos para que se genere un ambiente agradable y desarrollen un mejor aprendizaje.</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. <i>La implementación del cohete hidráulico para el estudio del movimiento en el plano, es una actividad que permite al alumno verificar mediante la observación los tipos de movimiento</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. <i>Usa y maneja con dominio el software (Tracker) que propone a los alumnos.</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. <i>Los alumnos logran el análisis de los movimientos con el uso de Tracker.</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. <i>La docente realiza un análisis de los aprendizajes logrados por los alumnos.</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. <i>El uso de Tracker es congruente con el tipo de análisis que se requiere y de acuerdo con el programa y plan de estudios por el centro de estudios.</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Describa brevemente una crítica constructiva que permita a la docente ajustes para mejorar su práctica docente.

