



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICA

FACTORES DEL DOMINIO AFECTIVO EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE
DE LA FÍSICA EN LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR. PLANTEAMIENTO DE UNA
ESTRATEGIA BASADA EN EL APRENDIZAJE COOPERATIVO A PARTIR DE LA
IMPORTANCIA DEL VÍNCULO PROFESOR-ALUMNO

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRO EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR

PRESENTA:
JOSÉ ANTONIO FRAGOSO UROZA

TUTORA:
SUSANA OROZCO SEGOVIA
FACULTAD DE CIENCIAS, UNAM

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR:
SUSANA OROZCO SEGOVIA
FACULTAD DE CIENCIAS, UNAM

FERNANDO FLORES CAMACHO
CENTRO DE CIENCIAS APLICADAS Y DESARROLLO TECNOLÓGICO, UNAM

VIRGEN GUADALUPE HUERTA
ENP No.7 "EZEQUIEL A. CHÁVEZ", UNAM

Ciudad Universitaria, UNAM, Coyoacán, Ciudad de México, noviembre del 2016.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo brindado a través de su programa de becas nacionales durante mi estancia en la Maestría en Docencia para la Educación Media Superior (MADEMS–Física).

También agradezco a la Universidad Nacional Autónoma de México por el apoyo otorgado a través del Programa de Apoyo a Estudios de Posgrado (PAEP), para la presentación de este trabajo en el XI Taller Internacional “ENFIQUI 2016” “La enseñanza de la Física y la Química” y en el IV Taller “La Enseñanza de las Ciencias Naturales”, celebrado en Varadero, Cuba en mayo del 2016.

A la Dra. Susana Orozco por asesorarme en el desarrollo del trabajo.

A mis sinodales por el tiempo invertido en leerlo, revisarlo y, decirme sus comentarios y sugerencias para mejorar mi trabajo de grado.

Agradezco de manera especial a Mónica Quiroz por todas las veces que la hice leer y comentarme si se entendía lo que escribía.

A los docentes Delia Bello y Eleazar Pereda, por dejarme realizar mi práctica docente en sus grupos, así como a los estudiantes que participaron.

Índice general

Resumen	1
Antecedentes	3
Introducción	7
1. Factores del dominio afectivo que intervienen en el aprendizaje de la Física	11
1.1. Factores del aprendizaje modificables por el docente de Física	12
1.1.1. Problemática	12
1.1.2. Teorías de aprendizaje	13
1.1.3. Factores que influyen en la disposición del estudiante	14
1.1.4. Factores a considerar.	15
1.1.5. Emociones y Sentimientos	17
1.1.6. Cognición y emociones	17
1.1.7. Autoeficacia	19
1.1.8. Ambiente en el aula	20
1.2. Modelo didáctico a considerar.	21
1.2.1. Aprendizaje Cooperativo y Colaborativo	22
1.3. Taxonomía de objetivos de aprendizaje.	24
2. Hacia una estrategia didáctica, consideración de factores del dominio afectivo	27
2.1. Fomento del Vínculo Profesor-Alumno y la Autoeficacia	28
2.1.1. Involucrar emocionalmente a los estudiantes durante la clase	29
2.1.2. Tener como objetivo el aprendizaje	29
2.1.3. Mostrar dominio de la temática	30
2.2. Aprendizaje cooperativo, VEE y ambiente en el aula	30
2.2.1. Formación de equipos	31
2.2.2. Asignación de roles	32
2.2.3. Técnicas de aprendizaje cooperativo y el VEE	34
2.3. Evaluación	36
2.3.1. Rubros para la evaluación sumativa	38
2.3.2. Participación	38
2.3.3. Examen teórico	39
2.3.4. Examen práctico	40
2.3.5. Proyecto	41
3. Aplicación: resultados y análisis	43
3.1. Primera implementación	45
3.1.1. Descripción de actividades	46
3.1.2. Resultados	51

3.2. Segunda implementación	54
3.2.1. Descripción de actividades	55
3.2.2. Resultados	60
Conclusiones	65
Referencias Bibliográficas	67
Apéndices.	75
A. Cuestionarios de evaluación: Autoeficacia y Ambiente en el aula	75
A.1. Autoeficacia	75
A.2. Ambiente en el aula	77
B. Objetivos generales y específicos	79
B.1. Objetivos generales del Colegio de Ciencias y Humanidades	79
B.2. Objetivos generales del curso	79
B.3. Objetivos Generales de la Unidad II de Física I	
Fenómenos Mecánicos	80
B.3.1. Objetivos Específicos de la Unidad II	
Fenómenos Mecánicos	81
B.4. Objetivos generales de la unidad III de Física II	
Física y tecnologías contemporáneas	83
B.4.1. Objetivos específicos de la unidad III de Física II	
Física y tecnologías contemporáneas	83
C. Cuestionario de exploración	85
D. Propuesta de evaluación	87
D.1. Participación	88
D.2. Examen teórico	88
D.3. Examen práctico	89
D.4. Proyecto	90
E. Planes de clase	91
E.1. Unidades de Medida	91
E.2. Marcos de Referencia	97
E.3. Posición	103
E.4. Caminantes	106
E.5. Plano inclinado	111
F. Exámenes	117
F.1. Examen Diagnóstico	117
F.2. Exámenes de la segunda unidad de Física I	
Fenómenos Mecánicos	120
F.2.1. Examen teórico	120
F.2.2. Examen práctico	126
F.3. Examen de la tercera unidad de Física II	
Física y tecnologías contemporáneas	127
F.3.1. Examen teórico	127

Resumen

En investigaciones recientes en Neuroeducación y Psicología Cognitiva se ha demostrado la importancia de las emociones en el proceso de enseñanza-aprendizaje, emociones como la curiosidad, la sorpresa y la empatía lo facilitan; mientras las emociones como el aburrimiento, la apatía y la frustración lo dificultan. En el salón de clases, los estudiantes de bachillerato experimentan diferentes emociones que pueden modificar factores del dominio afectivo. Uno de los factores más importantes que el docente puede modificar a través de las emociones de los estudiantes hacia el conocimiento es el vínculo profesor-alumno (VPA), el cual se interpreta como la interacción entre el docente y el estudiante, donde el alumno está dispuesto a aprender y acepta al profesor como el mediador entre él y el conocimiento. Bajo esta hipótesis, para mejorar el aprendizaje de la física en los estudiantes de bachillerato, se elaboró una estrategia didáctica basada en el modelo de aprendizaje cooperativo cuyo elemento principal es el fomento del vínculo profesor-alumno y otros factores del dominio afectivo del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Los resultados particulares que se obtuvieron en la aplicación de la estrategia en dos grupos de bachillerato, reflejan de manera cualitativa y comparativa que el VPA es necesario para que un porcentaje alto de estudiantes logren un aprendizaje conceptual de la Física; también que existe una relación entre el VPA y el ambiente en el aula. De manera general se concluye que para mejorar la docencia de la Física es importante considerar la relación entre los factores del dominio afectivo y los del dominio cognitivo en el proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que el descuido de alguno de estos dominios puede dificultar en gran medida el aprendizaje de los estudiantes.

Palabras clave: *Emociones en el proceso de enseñanza-aprendizaje, Relación profesor-alumno, Vínculo profesor-alumno, Estrategia de enseñanza, Vínculo educativo, Aprendizaje Cooperativo.*

Abstract

Recent research in Neuroeducation and Cognitive Psychology has shown the relevant role of emotions into the teaching-learning process, this process is facilitated by emotions such as curiosity, surprise and empathy, while it is difculted by emotions such as boredom, apathy and frustration. In the classroom, high school students experience different emotions that modify factors of affective domain. The teacher-student relationship is one of the most important factors that teachers can modify through the emotions of students toward knowledge, in this work this relationship is interpret as the interaction between teacher and student, where the student is willing to learn and accepts to the teacher as the mediator between him and the knowledge. Under this hypothesis, in order to improve the physics learning for students in high school, we elaborate a teaching strategy based on cooperative learning, whose main element is promoting of the teacher-student relationship and other factors of affective domain in the teaching-learning process.

The teaching strategy was implemented in two groups of high school. Particular results reflect qualitative and comparatively, that the teacher-student relationship is necessary for a high percentage of students achieve the conceptual physics learning; also we found that the teacher-student relationship and the classroom environment are not independent. It is generally concluded that in order to improvethe physics teaching, it is important to consider therelationship between the affective domain factors and the cognitive domain in the teaching and learning process, because the abandonment of any of these domains can greatly hinder the learning of students.

Keywords: *Emotions in the teaching-learning process, Teacher-student relationship, Teacher-student rapport, Teaching strategy, Cooperative learning.*

Antecedentes

La educación media superior debe proporcionar a los estudiantes una formación integral, que como se señala en el perfil del bachillerato¹, debe estimular “*aquellos atributos deseables que orienten el desarrollo de los conocimientos, habilidades, actitudes y destrezas del joven mexicano para incorporarse como sujeto útil y activo a la vida cotidiana, a la educación superior y al mundo del trabajo*”.

Los objetivos² que tiene la Dirección General del Bachillerato (DGB) de la Secretaría de Educación Pública (SEP) para la educación media superior son:

- *Ofrecer una cultura general básica, que comprenda aspectos de la ciencia, de las humanidades y de la técnica, a partir de la cual se adquieran los elementos fundamentales para la construcción de nuevos conocimientos.*
- *Proporcionar los conocimientos, los métodos, las técnicas y los lenguajes necesarios para ingresar a estudios superiores y desempeñarse en éstos de manera eficiente.*
- *Desarrollar las habilidades y actitudes esenciales para la realización de una actividad productiva socialmente útil.*

A pesar de los objetivos mencionados, son pocos los adolescentes que cursan una educación media superior con la intención de adquirir el perfil de egreso del bachillerato, entre las motivaciones que los alumnos tienen para cursar este nivel de estudios se pueden mencionar: una superación social, cumplir con un requisito, responder a una obligación, entre otros (Martínez, 2010, Silas, 2012).

Uno de los principales problemas que existe en el bachillerato es el poco interés de la mayoría de los estudiantes hacia las ciencias, en particular en la materia de Física; ya sea porque tienen una concepción errónea de ésta, por alguna mala experiencia en su vida académica, por creencias tales como “eso es para inteligentes, eso es para niños genio”, porque se creen incapaces de aprender, o porque es aburrida y difícil (Cervantes, 2014; Docktor, 2014; Polino, 2009; Solbes, 2007). Esta situación se puede caracterizar para su estudio dentro de un modelo educativo de una institución de educación media superior en particular.

^{1,2} Dirección General del Bachillerato de la Secretaría de Educación Pública

Debido a la poca motivación e interés hacia las clases de Física es difícil implementar estrategias de enseñanza para un aprendizaje con significado, por lo que se puede concluir que la mayoría de los estudiantes no logran el desarrollo de habilidades y destrezas para la resolución de problemas teóricos y prácticos (Solbes, 2007). Dependiendo de cada institución de educación media superior, se han propuesto varias soluciones a lo largo de los años a esta problemática: cambios en los programas de estudio, mayor capacitación docente, así como programas de asesorías y tutorado académico, entre otros (Sosa, 2012; SEP, 2012)

Sería conveniente considerar en las soluciones que se han mencionado, nuevos elementos que pueden ayudar a resolver las dificultades en el proceso de enseñanza-aprendizaje causadas por las creencias de los estudiantes acerca de la asignatura o del conocimiento científico. Varios de estos elementos son factores del denominado dominio afectivo, a los que se le han puesto énfasis de una manera muy importante (García, 2009; Mellado, 2014). Hay investigaciones que han revelado que *“los aspectos afectivos (emociones y sentimientos), se encuentran íntimamente ligados con el pensamiento, la comprensión y los procesos conscientes de meta-cognición y autorregulación que intervienen en el aprendizaje”* (García, 2009), así mismo *“estudios realizados en el ámbito psicopedagógico han puesto de manifiesto que lo que se ha conceptualizado como enseñanza afectiva, tiene un impacto positivo sobre el crecimiento personal de los estudiantes, sobre el aprendizaje y los procesos de socialización”* (García, 2009).

Con una enseñanza afectiva se puede despertar en el estudiante dos factores importantes para un mejor aprendizaje: la curiosidad y la atención (Mora, 2013), lo que facilitaría la aplicación de estrategias didácticas recientes y aumentarían su efectividad en el aula y, por ende, se mejoraría el rendimiento académico de los estudiantes.

Aumentar el rendimiento y aprendizaje de los estudiantes de bachillerato en materias científicas, como Física, es de suma importancia en la actualidad del país, tanto para cumplir el perfil de egreso del bachillerato general dado por la SEP, como para mejorar el lugar de la educación de México a nivel internacional, ya que en el 2012 el promedio nacional de desempeño en Ciencias de estudiantes que cursaban el último año de educación media superior en la prueba del Programa para la Evaluación Internacional de los Estudiantes (PISA por sus siglas en inglés) fue de 450 (INEE, 2015), el cual se encuentra en un nivel 2 de 6 en orden ascendente.

Al tener en cuenta los aspectos afectivo-emocionales de la enseñanza, la disposición de los estudiantes para el aprendizaje mejoraría sustancialmente (Mora, 2013), de esta forma se facilitaría a los alumnos el cumplimiento del perfil de egreso del bachillerato el cual tiene implícitamente los cuatro pilares de la educación a lo largo de la vida propuestos en el informe dado a la UNESCO en 1996 (Delors, 1996), y que son base para la educación actual:

- Aprender a conocer (aprender)
- Aprender a hacer
- Aprender a vivir juntos, aprender a vivir con los demás (convivir)
- Aprender a ser

Los factores afectivos-emocionales en el aula pueden utilizarse como herramientas para aumentar la efectividad de las estrategias didácticas. Además, el hecho de que se utilicen en una materia como Física puede ser beneficioso, ya que en ocasiones se considera una ciencia “fría” en el sentido emocional, sin embargo esta ciencia la construyen seres humanos, y en la actualidad se sabe que las decisiones de las personas por más racionales que parezcan, sus emociones influyen en éstas, ya que toda decisión es valorada por el sistema límbico, que es la parte del cerebro que controla las emociones (Mora, 2013). De la misma manera, un estudiante antes de aprender un cierto conocimiento, su sistema límbico lo impregna de diferentes emociones, si la mayoría de éstas son placenteras, el conocimiento se aprende sin dificultad, por el contrario, si en su mayoría son desagradable es muy difícil que el estudiante lo aprenda (Mora, 2013).

Introducción

El objetivo principal del presente trabajo es construir una estrategia didáctica que ayude a disminuir las complicaciones que presentan los estudiantes para aprender Física en la educación media superior, así como contribuir al logro del perfil de egreso del bachillerato. La estrategia se diseñó para el primer curso de Física y se enfoca en que los estudiantes:

- *Obtengan un conocimiento conceptual en las clases de Física*
- *Desarrollen procesos cognitivos que sean de utilidad para la resolución de problemas teóricos y prácticos.*
- *Obtengan o desarrollen herramientas socioculturales que les permita un desenvolvimiento eficaz en lo que respecta al trabajo en equipo, además de que las utilicen para una sana convivencia en el salón de clases, escuela y en la sociedad.*

En lo anterior se tomaron en cuenta los objetivos generales dictados por la Dirección General del Bachillerato de la SEP en relación con el perfil de egreso del nivel medio superior y los problemas principales que tienen los estudiantes para aprender Física:

- Creer, al finalizar un curso, que el conocimiento en Física está conformado por ejemplos y resultados sin relación alguna (Hernández y Yaya, 2010; Docktor, 2014); es decir, no logran un conocimiento conceptual quedándose con un conocimiento factual, o bien interpretan de manera equivocada los conceptos (Docktor, 2014).
- La poca o nula capacidad para resolver problemas teóricos y prácticos acordes al nivel académico, lo cual tiene que ver con el conocimiento procedimental y la evaluación, análisis, aplicación y comprensión de conceptos para la resolución de éstos (Gil, 1988; Docktor, 2014).

Estas deficiencias se le pueden atribuir en cierta parte a las creencias o valoraciones negativas que tienen la mayoría de los estudiantes del nivel medio superior hacia las asignaturas con un contexto científico, como es la Física. Esto tiene su argumentación en que gran porcentaje de los alumnos sólo cursan la asignatura por sobrevivir en el mundo académico (Bain, 2001), esperando pasar la materia sin importarles si aprendieron o no. Gran parte de estas creencias y valoraciones negativas acerca de la Física se refuerzan o generan en el aula, en especial con la forma tradicional de enseñar y de evaluar el aprendizaje de los estudiantes (Bain, 2001; Cervantes, 2014; Polino, 2009; Solbes, 2007).

La estrategia didáctica que se propone para lograr los objetivos, mencionados anteriormente, utiliza como herramientas principales factores del componente afectivo-emocional en el aula, el cual es necesario para facilitar el aprendizaje (Brady, 2014; García, 2009; Mellado, 2013, 2014; Mora, 2013; Moreno, 2011) y que a lo largo de varias décadas se le ha dado una relevancia importante en estudios sobre educación y aprendizaje (Bloom, 1989; Bloom, 1874).

El componente afectivo-emocional en el aula se constituye de diferentes factores, que pueden dividirse en tres categorías :

- **Los que son del alumno:** la motivación, el interés, la autoeficacia, las emociones respecto al contenido de la asignatura, las actitudes hacia la asignatura, las creencias sobre su aprendizaje, entre otras más (Brady,2014; Mellado, 2013, 2014).
- **Los que son del profesor:** la motivación para enseñar, la autoeficacia, las emociones con respecto al contenido de la asignatura, las actitudes hacia la asignatura, las creencias sobre el proceso de aprendizaje, entre otras (Bain 2001; Mellado, 2014).
- **Los que competen a la interacción del profesor y los estudiantes:** la relación del profesor y el alumno, la relación entre estudiantes, las emociones y actitudes del profesor hacia los estudiantes y viceversa, entre otros más (Bain, 2001; Mellado, 2014; Moreno 2011).

Los factores que se consideran del dominio afectivo en la estrategia didáctica que se propone, son: el *Vínculo Profesor-Alumno (VPA)*, que se interpreta como *la interacción entre el docente y el estudiante, donde el alumno está dispuesto a aprender y acepta al profesor como el mediador entre él y el conocimiento*; el *Vínculo Estudiante-Estudiante (VEE)*, que se entiende como *la interacción alumno-alumno donde uno de ellos ha construido un determinado conocimiento y el otro está dispuesto a aprenderlo y aceptar a su compañero como mediador entre él y el conocimiento*; el *Ambiente en el Aula* y la *Autoeficacia* del estudiante por aprender Física. Una de las razones por lo que se toman en cuenta estos factores, es porque influyen directamente en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Por otra parte, han surgido diversas estrategias didácticas basadas en el constructivismo que dan una importancia relevante a considerar factores del dominio afectivo para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física (Otero, 2006; Mellado, 2014).

Los vínculos profesor-alumno y estudiante-estudiante, así como el ambiente en el aula y la autoeficacia del estudiante con respecto al aprendizaje de la Física, se consideran piezas importantes en la solución a los problemas del dominio afectivo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física; por mencionar algunos de estos, se encuentran: las creencias poco favorables hacia la materia por parte de los estudiantes, malas experiencias referentes a la Física en su vida académica, creer que no tienen la capacidad de aprender la materia o es muy difícil hacerlo. El VPA y el VEE son herramientas que pueden aumentar la efectividad de una estrategia o modelo didáctico, al mejorar la comunicación entre el docente y los alumnos, estimular la confianza y la autoeficacia de los estudiantes (Bain, 2001; Barkley, 2007), entre otros beneficios de los que se discutirán más adelante. Hay que aclarar que los factores del dominio afectivo considerados por si solos no garantizan el aprendizaje, razón por la cual es necesaria su complementación con alguna estrategia o modelo didáctico. Algunas estrategias didácticas son: el modelo inductivo, adquisición de conceptos, el modelo integrativo, el aprendizaje basado en problemas (ABP), instrucción directa, exposición-discusión, aprendizaje cooperativo y colaborativo, etc. (D. Eggen, 2009); dependiendo de la estrategia y de cómo se manejen los factores del dominio afectivo se puede obtener mayores beneficios en el aprendizaje de los estudiantes (Caballero, 2007; Mejía, 2008).

En este sentido, el modelo didáctico que es compatible con los factores del dominio afectivo que se consideran y que además los necesita, es el Aprendizaje Cooperativo (AC), porque la esencia de este modelo es utilizar la interacción social que se da en el salón de clases entre el docente y los estudiantes, así como entre los mismos estudiantes, para ofrecer las condiciones necesarias que dan al alumno el estímulo para construir su conocimiento (Barkley, 2007). Por otra parte, si el VPA y el VEE son deficientes o nulos, la implementación del AC puede complicarse y dificultar el aprendizaje de la Física, al no crear un ambiente propicio para la construcción del conocimiento, además de que se afianzan sus creencias negativas con respecto a la asignatura y su aprendizaje.

La perspectiva que se ha adoptado para manejar el conocimiento que aprenden los estudiantes, es la propuesta por Anderson y colaboradores (Anderson, 2001) en su revisión de la taxonomía de objetivos educacionales en el dominio cognitivo elaborada por Benjamín Bloom (1989) y su equipo. Anderson propone una división entre conocimientos (factual, conceptual, procesal, metacognitivo) y procesos cognitivos (recordar, comprender, aplicar, analizar, evaluar y crear), lo que da una herramienta útil y de mayor precisión para poder especificar objetivos cognitivos y poderlos evaluar.

En el primer capítulo de este trabajo se tratan las bases teóricas de la propuesta, donde se discuten el porqué de la interpretación de los términos VPA y VEE, la relación que guardan el VPA y el VEE con el Ambiente en el Aula y la Autoeficacia de los estudiantes con respecto al aprendizaje, y cómo es que estos factores pueden ayudar a facilitar el aprendizaje de los estudiantes en la asignatura de Física.

En el segundo capítulo se plantea la estrategia didáctica en la que se dan recomendaciones basadas en estudios publicados en la literatura (Bain, 2001; Mora, 2013), acerca de cómo desarrollar el VPA, el VEE, el Ambiente en el Aula y la Autoeficacia, para que favorezcan el aprendizaje de los estudiantes junto a las técnicas de AC.

En el tercer capítulo se describe la aplicación de la propuesta didáctica en una institución de Educación Media Superior, la forma de evaluar la efectividad de la estrategia didáctica, los datos obtenidos, el análisis y la discusión de los resultados.

Capítulo 1

Factores del dominio afectivo que intervienen en el aprendizaje de la Física

Existen un gran número de factores involucrados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Física y en general de cualquier tipo de conocimiento científico. Se pueden considerar aquellos que son propios del estudiante, como: la motivación para aprender, la autoeficacia, el autoconcepto, la autoestima, las creencias, las actitudes, el contexto sociocultural y económico, las emociones asociadas al conocimiento, etc. Los que son propios del profesor: la motivación para enseñar, las emociones con respecto al conocimiento a enseñar, las creencias sobre el aprendizaje, las actitudes, el modelo didáctico que usa, etc. Y los que involucran tanto al profesor como a los estudiantes, como: la relación del profesor y el alumno, la relación entre estudiantes, las emociones y actitudes del profesor hacia los estudiantes y viceversa, entre otros más.

También existen numerosos estudios en los cuales se relaciona cada uno de estos factores con el aprendizaje, ya sea en mayor o menor proporción según cada autor (Acevedo, 2003); Sin embargo ¿cuál factor es el que influye más en el aprendizaje?, esta es una pregunta sumamente difícil de responder, teniendo en cuenta que el aprendizaje es multifactorial.

En lugar de contestar la pregunta anterior de forma directa, hay que delimitar la situación en la que se da el proceso de aprendizaje, a la asignatura de Física y plantear preguntas desde el papel que desempeña el profesor. Desde esta perspectiva, lo primero a responder es: ¿qué factores puede modificar el docente de Física para lograr que sus estudiantes obtengan un mejor aprendizaje?, lo que lleva a preguntarse ¿cómo clasificar los aprendizajes para decir cuáles son los más importantes o mejores?, y en particular ¿cómo evaluar si los estudiantes obtuvieron esos aprendizajes? De la misma manera ¿cómo atribuir las mejoras del proceso de enseñanza-aprendizaje a los factores modificados?

Para responder a este conjunto de preguntas se realizó una investigación bibliográfica sobre varios estudios, resaltando el realizado por Ken Bain expuesto en su libro *What the Best College Teachers Do* (Bain, 2004) y los relacionados con neuroeducación y teoría cognitiva del aprendizaje (Aguado 2005; Mora, 2013). En este capítulo se dará una respuesta a las cuestiones planteadas en el párrafo anterior, y a su vez el sustento teórico a la estrategia didáctica que se propone en el segundo capítulo.

1.1. Factores del aprendizaje modificables por el docente de Física

Para poder discriminar factores y determinar cuáles son relevantes para un docente de Física, en primera instancia hay que comenzar a delimitar y contextualizar la problemática que existe en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física, así como sus posibles explicaciones según las investigaciones realizadas en las últimas décadas, y con base en esto, seleccionar los factores del proceso de enseñanza-aprendizaje donde el profesor de Física tienen una influencia directa.

1.1.1. Problemática

Durante varias décadas se ha estudiado las dificultades del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física (Camargo 2007; Corona, 2010; Carrascosa 2005a, 2005b; D. Knight, 2004; Gil, 1998; Holloun, 1985; Vázquez, 1994), donde se puede decir que el principal problema que la mayoría de los estudiantes tienen al finalizar sus cursos es que:

- Tienen un enfoque de aprendizaje superficial o estratégico hacia la Física, conservando sus concepciones alternativas dejando de lado el enfoque de aprendizaje profundo.

El enfoque de aprendizaje superficial se entiende como aquel donde el estudiante memoriza de manera rutinaria la mayor cantidad de información posible sin darle un sentido amplio, sin darle un significado propio a la información, acepta pasivamente las ideas, concentrándose sólo en las exigencias de la prueba o examen; a diferencia del enfoque de aprendizaje profundo donde el alumno antes de memorizar, trata de dar un significado a la información que se le presenta, piensa y reflexiona sobre las aplicaciones e implicaciones de ese significado, relaciona el conocimiento con su experiencia, de manera general se puede decir que el estudiante con un enfoque de aprendizaje profundo tiene la intención de comprender la materia (Bain, 2001; Salas, 1998).

Estos enfoques acerca del aprendizaje se originaron gracias a varios estudios realizados en diferentes partes del mundo desde el año 1976, sugiriendo tres tipos de enfoques de aprendizaje: superficial, profundo y de logro o estratégico. En este último, el estudiante sólo busca obtener éxito en su vida académica, por lo que se enfoca en aprender estrategias que cumplan este cometido, como realizar trabajos o labores que no se encuentren relacionados con su aprendizaje pero que influyan en su calificación (Bain, 2001; Salas, 1998).

Para entender mejor los enfoques de aprendizaje se describe la siguiente situación. En la década de los años 80's dos físicos, Ibrahim Halloun y David Hestenes, decidieron averiguar cómo es que los estudiantes cambiaban su forma de pensar acerca del movimiento de los objetos después de un curso introductorio a la Mecánica Clásica, para lo cual idearon y validaron un cuestionario para este cometido. Aplicaron el cuestionario a estudiantes de varios cursos introductorios a la Mecánica Clásica en la Universidad del estado de Arizona, USA, antes de comenzar la asignatura y al término ella. En sus resultados se destacó que la mayoría de los estudiantes al inicio tenían una teoría intuitiva, una mezcla de ideas Aristotélicas y del siglo XIV, contrario a lo que se esperaba al final de la asignatura, un pensamiento newtoniano del movimiento; sin embargo, notaron que después del curso no hubo un cambio sustancial en los estudiantes referente a su concepción del movimiento, inclusive en aquellos estudiantes que obtuvieron una nota sobresaliente en el curso. Halloun y Hestenes indagaron sobre esta situación entrevistando individualmente a algunos estudiantes que no tenían la visión newtoniana del movimiento, durante las entrevistas hicieron preguntas sobre problemas elementales de movimiento, de tal manera que aquellos que confiaban en sus teorías alternas de movimiento se equivocaron a la hora de predecir qué sucedería en un experimento sencillo de física, en ese momento los físicos pedían a los estudiantes que explicaran la diferencia entre sus ideas y el experimento. Lo que no esperaban Halloun y Hestenes es que los estudiantes se mantuvieran firmes en sus ideas, dando diferentes excusas

simplistas acerca del porque su teoría era correcta, haciendo alusión a que ese fenómeno particular mostrado en el experimento era gobernado por alguna otra ley o principio, y que su teoría era aplicable a un caso ligeramente diferente (Halloun, 1985; citado en Bain, 2004). Éste ejemplo, y muchos otros estudios, ponen de manifiesto que la gran mayoría de los estudiantes al finalizar los cursos de Física en nivel Licenciatura y especialmente en Bachillerato, no cambian su manera de pensar respecto a la forma como ven su entorno, no reflexionan acerca de las implicaciones o aplicaciones del conocimiento o las ideas mostradas por el docente, memorizan sin ir más allá, lo que sería un enfoque de aprendizaje superficial, o por otra parte entienden las reglas básicas de la dinámica para sacar una nota aprobatoria o excelente en el curso sin siquiera comprender la temática, lo que vendría siendo estudiantes con un enfoque de aprendizaje estratégico, quedando un porcentaje bajo de aquellos alumnos que tienen la intención de comprender las temáticas presentadas en los cursos, es decir, aquellos que tienen un enfoque de aprendizaje profundo.

Puede resultar ambicioso querer que los estudiantes de bachillerato tengan un enfoque de aprendizaje profundo referente a la Física aplicando una estrategia didáctica cuya duración no es más de un semestre, cuando el problema es mucho más complejo y va más allá del alcance del docente, ya que desde la perspectiva presentada por Salas (1998) el enfoque que decida utilizar el estudiante depende principalmente de características personales, la metacognición aplicada al área de aprendizaje, de las experiencias vividas por el estudiante con respecto al aprendizaje, el contexto escolar del alumno, entre otros factores en los que el docente no tiene el control. Sin embargo el profesor puede contribuir a que los estudiantes adopten un enfoque de aprendizaje profundo atacando problemas específicos que dificultan que los estudiantes elijan éste enfoque de aprendizaje. En estos problemas específicos se pueden considerar por un lado, aquellos inmersos en el dominio afectivo del proceso de enseñanza-aprendizaje, y por otro lado los que se involucran con el dominio cognitivo. En el presente trabajo se presta atención a una determinada problemática, específica del dominio cognitivo, que merma la elección del estudiante para elegir un enfoque de aprendizaje profundo, esta problemática puede describirse a través de los siguientes puntos, donde los estudiantes:

- * Creen que el conocimiento en Física está conformado por ejemplos y resultados sin relación alguna; es decir, no logran un conocimiento conceptual quedándose en un conocimiento factual (Bain, 2004; Docktor, 2014; Hernández y Yaya 2010).
- * Interpretan de manera equivocada los conceptos, o se quedan con sus concepciones alternativas (Bain, 2004; Corona, 2010; Halloun, 1985)
- * Tienen poco o nulo desarrollo de procesos cognitivos para la resolución de problemas teóricos o prácticos en contextos reales (Docktor, 2014; Gil, 1988).

En lo que sigue se contextualiza y analiza qué factores del dominio afectivo pueden ayudar a mejorar esta problemática específica del dominio cognitivo.

1.1.2. Teorías de aprendizaje

Existen varias teorías que tratan de explicar el proceso de aprendizaje al cual está sujeta toda persona. Durante el siglo pasado se dieron varios e importantes avances para comprender este proceso (Ertmer, 1993; Monroy, 2009; Rosas, 2008). Por mencionar las corrientes teóricas más destacadas, se encuentra el conductismo, cognoscitivismo y el constructivismo.

En el conductismo el aprendizaje se refleja en una conducta observable del individuo debida a un estímulo externo, sin fijarse en los mecanismos internos de la persona para aprender. En el cognoscitivismo el aprendizaje es un proceso más complicado que en el conductismo, donde influyen la atención, la percepción, la memoria, el lenguaje, la forma de estructurar las ideas, aquí algo se aprende cuando

la información, idea o proceso es asimilado por el sujeto en una estructura mental (cognitiva) existente y es posible evocarlo después, dependiendo del autor de la teoría (Piaget, Vigotsky, Ausubel por mencionar algunos) la estructura mental se interpreta de diferente forma, así como el proceso por el cual la información es almacenada para después recordarla (Monroy, 2009; Paniagua, 2008, 2011; Rosas, 2008).

El cognoscitivismo da las bases para la concepción constructivista del aprendizaje, en la literatura son pocos los autores que marcan una diferencia entre estas dos corrientes, inclusive se puede interpretar al constructivismo como una rama del cognoscitivismo, pero la diferencia importante es que para el cognoscitivismo el aprendizaje es un proceso donde las personas adquieren significados, a diferencia del constructivismo, donde las personas aprenden cuando construyen los significados (Ertmer, 1993).

En la actualidad hay varias evidencias (Bain, 2001; Ertmer, 1993; Monroy, 2009) que avalan al constructivismo como una buena opción para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje. El problema que se presenta al implementar en la práctica las teorías de aprendizaje mencionadas, es que un gran número de estudiantes no está dispuesto a aprender sino a pasar la materia, debido a factores del dominio afectivo que el docente no toma en cuenta (Bain, 2004). La presencia de estos factores se revela cuando se observa a los sujetos del proceso de enseñanza-aprendizaje como entes individuales, que como individuos tienen intenciones y disposiciones que se involucran de manera directa en el proceso. Esto es una situación importante a considerar para poder resolver las problemáticas relacionadas con el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física mencionadas con anterioridad.

1.1.3. Factores que influyen en la disposición del estudiante

Desde la perspectiva de varios estudios el factor que influye predominantemente a la predisposición del estudiante a no elegir un enfoque de aprendizaje profundo es el contexto sociocultural, el cual fomenta creencias y actitudes que no favorecen el aprendizaje en las asignaturas científicas (Camargo, 2007; Cervantes, 2014; Polino, 2009; Solbes, 2007), en especial las relacionadas con la Física. Por mencionar algunas de estas creencias están: “es aburrida, difícil, para genios, es complicada, es igual a las matemáticas, sólo hay que sustituir en las formulas”. También el contexto sociocultural influye en la concepción de ideas alternativas no científicas (Carrascosa, 2005b), lo que ocasiona una comprensión errónea, desde la perspectiva de la Física, de varios conceptos básicos de ésta. El profesor no puede cambiar el contexto sociocultural del alumno; sin embargo, el estudiante al tomar un curso de Física puede reforzar o desvanecer las creencias referentes al aprendizaje de ésta, lo cual dependerá en gran medida del docente a cargo del curso (Solbes, 2007).

Para poder encontrar qué factores relacionados con el docente se pueden modificar para que el estudiante esté dispuesto a aprender, se analizó el estudio realizado por Ken Bain (2004) acerca de lo que hacen los mejores profesores. Bain se basó en el éxito logrado por los profesores en la tarea de ayudar a la mayoría de sus estudiantes a aprender, consiguiendo influir positiva, sustancial y sostenidamente en sus formas de pensar, actuar y sentir. Una vez que Bain determinó a los sujetos de su estudio, al indagar sobre su docencia encontró aspectos comunes entre ellos. De manera general algunos de estos son: su forma de concebir el aprendizaje (constructivista), la manera de preparar y llevar a cabo sus clases, el trato a sus estudiantes, la forma de comprobar su progreso y evaluar sus resultados educacionales. Cada uno de los factores anteriores es crucial para una buena docencia, están enfocados a estimular intelectualmente a la mayoría de los estudiantes, así como a fomentar la disposición del estudiante a aprender. Se observó en la serie de evidencias mostradas por Bain, que los docentes daban una importancia crucial a la disposición de los estudiantes a aprender, teniendo siempre en cuenta la relación entre los estudiantes, el conocimiento y el profesor, por lo que la interacción profesor-estudiantes iba más allá de la popularidad del profesor entre los alumnos, sino que se refería a la aceptación del docente por los estudiantes como “mediador” entre ellos y el conocimiento, por lo

que es importante considerar esta aceptación, así como la disposición del estudiante a aprender, como factores del dominio afectivo que el docente puede modificar directamente y pueden mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física. La palabra que mejor describiría la interacción del alumno, el conocimiento y el docente sería “sinergia”; sin embargo se decidió investigar que terminó o factor en el ámbito educativo hace referencia a la disposición del estudiante a aprender y a la aceptación del docente como mediador entre él y el conocimiento, para poder establecer de manera objetiva y formal la definición de los factores del dominio afectivo que se considerarán para dar parte de la solución a la problemática que se está tratando.

Los términos que se encontraron y hacen referencia a lo anteriormente tratado son “relación profesor-estudiante”, “vínculo educativo” o “vínculo profesor-alumno”. El vínculo educativo involucra al conocimiento, al estudiante y al docente. Caram (2011) y Mejía (2008) entienden que: *“El vínculo educativo hace referencia al docente (agente), al alumno y al saber. El saber en juego es lo que define formalmente al vínculo educativo. Este punto es muy importante, porque cuando se aplasta la dimensión del saber, el vínculo educativo se reduce a una supuesta relación yo-tú”*.

Esto es distinto a lo que se maneja como vínculo profesor-alumno, ya que desde la perspectiva de Allidère (2004) este vínculo ocurre entre dos personas en una relación asimétrica donde las personalidades del docente y del alumno es crucial para establecer el vínculo. Algo similar se entiende con el término relación profesor-estudiante, el cual se considera como una relación entre dos personas cuyo objetivo es el conocimiento (Gonzalo, 2010), que al ser una relación entre sujetos, las personalidades de los involucrados toman una importancia relevante.

La diferencia crucial del vínculo educativo manejado por Mejía (2008) y Caram (2011), de lo que entiende Allidère como vínculo profesor-alumno o de lo que se maneja como relación profesor-estudiante, es que en el vínculo educativo el conocimiento es el motivo por el cual la interacción entre el docente y el alumno comienza, mientras que en el vínculo profesor-alumno y la relación profesor-estudiante la causa de la interacción son las personas y no el conocimiento. Por lo que en el vínculo educativo la personalidad del docente pasa a segundo plano, lo que lo hace un término adecuado para su consideración, ya que en la disposición del estudiante a aprender y la aceptación del docente como mediador entre él y el conocimiento, la personalidad del profesor no influye significativamente, si no lo que influye es lo que hace el profesor para alentar esa disposición al aprendizaje y ser aceptado (Bain, 2004). Sin embargo, adoptar el término vínculo educativo puede desviar la atención sobre la interacción profesor-alumno que se quiere representar, ya que Mejía (2008) se basó en los trabajos de J. Lacan que hacen referencia al psicoanálisis, que desde esta perspectiva se empata al conocimiento como el objeto de deseo del estudiante, donde el profesor es quien lo ayuda a conseguirlo, por lo que para que se establezca el vínculo educativo el estudiante debe de desear el conocimiento.

1.1.4. Factores a considerar.

Debido a la complejidad de encontrar un término adecuado que represente un factor en el proceso de enseñanza-aprendizaje donde se refleje la disposición del estudiante a aprender y la aceptación del docente por el estudiante como mediador del conocimiento, en el presente escrito el término *Vínculo Profesor-Alumno (VPA)*, se interpreta como *la interacción entre el docente y el estudiante, donde el alumno está dispuesto a aprender y acepta al profesor como el mediador entre él y el conocimiento*. La aceptación del profesor por el estudiante se refiere a que el alumno reconoce al docente como una persona experimentada en los campos de conocimiento que quiere aprender, además el estudiante considera al profesor como alguien con la capacidad de evaluar bajo ciertos estándares si lo que ha aprendido es correcto o no. La disposición del estudiante a aprender se refiere básicamente a que el alumno tiene el ánimo y la intención de aprender un determinado conocimiento.

El VPA establece una interacción dinámica, donde la disposición del alumno por aprender se entrelaza con la aceptación del profesor como mediador, involucrando emocionalmente al estudiante con el conocimiento de un tema, por lo que si la disposición a aprender un determinado tema no se concreta o no se acepta al profesor, el VPA no se establece.

Otra manera de ver al VPA es mediante lo descrito por Otero (2006) en su principio de acción del profesor, el cual se refiere a que como docentes nuestro “saber” está relacionado con la aceptación de los estudiantes, si ellos no aceptan la invitación a entrar en un dominio cognoscitivo en la que el profesor ya ha participado, no hay nada que enseñarles. Esta invitación es precisamente lo que se entiende por VPA, si no se da el VPA, quiere decir que el alumno no aceptó dicha invitación; por el contrario si el estudiante acepta la invitación, se formó el VPA. He de aquí la importancia del VPA para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física.

Hay que aclarar que se maneja el término “disposición” en lugar del de “motivación” por varias razones. La motivación desde el punto de vista de la interpretación que hace Valdés (2011) de Schunk, es lo que impulsa y mantiene una conducta orientada a las metas y acciones del individuo desde una perspectiva cognoscitiva, bajo esta definición la disposición a aprender entendida como el ánimo y la intención a aprender, es aquello que se quiere que impulse al estudiante a aprender, es su motivación intrínseca por así decirlo; dicho con otras palabras, el término “disposición” es más específico que el de “motivación”, ya que delimita lo que ocasiona ese impulso que tiene el estudiante para aprender en: su estado de ánimo y su intención de conocer aquello que desconoce. El término “motivación” puede dar pie a una interpretación errónea de lo que se quiere expresar con el VPA al tener diferentes corrientes teóricas y ser un factor multidimensional.

Adicionalmente en el presente escrito se interpreta el término *Vínculo Estudiante-Estudiante (VEE)* como *la interacción alumno-alumno donde uno de ellos ha construido un determinado conocimiento y el otro está dispuesto a aprenderlo y a aceptar a su compañero como mediador entre él y el conocimiento*, cuya importancia para considerarlo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física radica en que la interacción entre pares puede promover el aprendizaje de los estudiantes, sobre todo cuando el número de alumnos en el grupo es alrededor de 60 a 70 personas.

La disposición del estudiante referente al aprendizaje de la Física está inmersa en el dominio afectivo del proceso de enseñanza-aprendizaje, por lo que se puede inferir que para lograr el VPA en las clases hay que modificar factores de este dominio. Extrapolando la perspectiva reflejada en el escrito de Gil, Blanco y Guerrero (2005), se considera que los descriptores básicos del dominio afectivo son: las creencias, actitudes y emociones. En este sentido hay que dar un énfasis especial a las creencias de los estudiantes que se relacionan y tienen un efecto en el VPA, y por ende en el aprendizaje de la Física. En estudios acerca de la afectividad en el aula (García, 2009; Mora, 2013) se ha observado que para favorecer la construcción de conocimiento en los estudiantes, primero hay que dar el ambiente propicio para ello; es decir, cambiar las actitudes y creencias que no favorezcan el aprendizaje de la Física y fomentar aquellas que ayuden a facilitar su aprendizaje. Una de las formas para lograrlo es favorecer emociones en los estudiantes que induzcan las creencias y actitudes necesarias para que construyan su aprendizaje; en otras palabras fomenten el VPA o el VEE. Por mencionar algunas de estas emociones se tiene el interés, la alegría, diversión, entusiasmo, asombro o sorpresa, confianza, entre otras (Baín, 2004; Mora, 2013).

1.1.5. Emociones y Sentimientos

Desde la perspectiva Rafael Bisquerra (Bisquerra, 2000; García, 2009) y la teoría cognitiva (Aguado, 2005), la emoción es un fenómeno que ocurre en el ser humano al valorar un determinado evento, esta valoración dispone de tres componentes: neurofisiológico, comportamental (tendencia a la acción) y cognitiva (experiencia subjetiva). Desde la perspectiva de otros autores, los sentimientos y los afectos se consideran un caso particular de las emociones (García, 2009).

Un sentimiento desde el punto de vista de Bisquerra (2000), se puede entender como la interpretación de una emoción que realiza un sujeto. Para comprender esto, se pone como ejemplo el encontrarse en una determinada situación que produce una emoción, como el miedo, ésta tiene una corta duración; al momento de apreciar dicha emoción se crea el sentimiento, que para el caso del miedo puede suscitarse un sentimiento de rechazo a la situación que lo ocasionó, que es más perdurable y duradero que la emoción. Gracias al sentimiento la persona puede generar una actitud e influir en las creencias que se puedan generar del evento que origino la emoción.

Las emociones predisponen a las personas a los eventos que las originan (Aguado, 2005; Bisquerra, 2000). En el contexto de la asignatura de Física, las interacciones de los estudiantes con sus pares, con el profesor y el modelo de enseñanza llevado, puede ocasionar en los alumnos emociones que fomenten actitudes o creencias no favorables para el aprendizaje de la Física, lo que dificulta el proceso de enseñanza-aprendizaje, contribuyendo a la problemática específica mencionada con anterioridad. En contraparte, si se promueven emociones en los estudiantes que ayuden a generar o reforzar actitudes y creencias favorables hacia el aprendizaje de la Física, se fomenta el VPA o el VEE dando parte de la solución a la problemática específica del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física que se considera en este trabajo.

1.1.6. Cognición y emociones

Por los años 70's se originó una corriente teórica en la psicología que tomó sus bases en la filosofía humanista (Villegas, 1986; Monroy, 2009), que enfocada a la didáctica considera aspectos del dominio afectivo sólo en lo que respecta al desarrollo humano (Sebastián, 1986), pero no en cuestiones del conocimiento disciplinar. Se puede decir que esta corriente da consejos para fomentar un buen ambiente de aprendizaje, sin embargo no está fuertemente fundamentada la relación entre este ambiente y el aprendizaje.

En la actualidad gracias a los sorprendentes avances tecnológicos, la Psicología Cognitiva y las Neurociencias han realizado importantes hallazgos en lo que respecta al entendimiento del cerebro y, en especial, en cómo se da el proceso de aprendizaje en el ser humano (Aguado, 2005; Burin, 2002; García, 2009; Mora, 2013; Morris, 2014), dando importancia crucial a las emociones.

Las emociones, además de influir en factores del dominio afectivo, repercuten de manera importante en lo que aprende el estudiante (Mora, 2013), esto tiene que ver con cómo procesa la información el cerebro para aprender. Primero debe de existir un estímulo del exterior, lo que llama la atención del sujeto, haciendo que sea analizado por áreas sensoriales de la corteza cerebral (percepción sensorial), para después pasar por un filtro emocional (sistema límbico), el cual etiqueta a la percepción del estímulo con emociones, las cuales hacen que la persona interprete el estímulo de bueno o malo, atractivo o rechazable, interesante o aburrido; finalmente la percepción del estímulo llega a las áreas de asociación de la corteza cerebral donde ocurren los procesos mentales de razón y pensamiento y las funciones ejecutivas complejas, pasando finalmente al hipocampo y a otras partes del cerebro encargadas de los diferentes tipos de memoria (Mora, 2013; Solís, 2009).

Para que al estudiante le sea fácil construir en su estructura mental (cognitiva) el conocimiento que se quiere que aprenda, el alumno tiene que impregnar el conocimiento de emociones que favorezcan su aprendizaje, como el interés, el asombro, la sorpresa, la curiosidad, entre otras. Hay que aclarar que esto es sólo para fomentar el VPA y el VEE, y que generar el VPA y el VEE es el principio del proceso de enseñanza-aprendizaje y una parte crucial para que el alumno comience su aprendizaje, ya que muchas de las veces aún utilizando estrategias didácticas novedosas no se obtienen los resultados esperados, y en consecuencia no se logran los objetivos educativos (Bain, 2004). En el segundo capítulo se describen estrategias generales para fomentar el VPA y el VEE a través de las emociones relacionadas con el conocimiento.

Al interpretar diversos estudios (Bain, 2004; Espada, 2012; García, 2009; López, 2013; Mellado, 2015), se han tomado en cuenta otros factores del dominio afectivo que están directamente relacionados con las creencias y actitudes de los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física y pueden tener una relación estrecha con el VPA y el VEE, estos factores son: *el ambiente o clima en el aula y la autoeficacia* del estudiante con respecto a su aprendizaje de la Física.

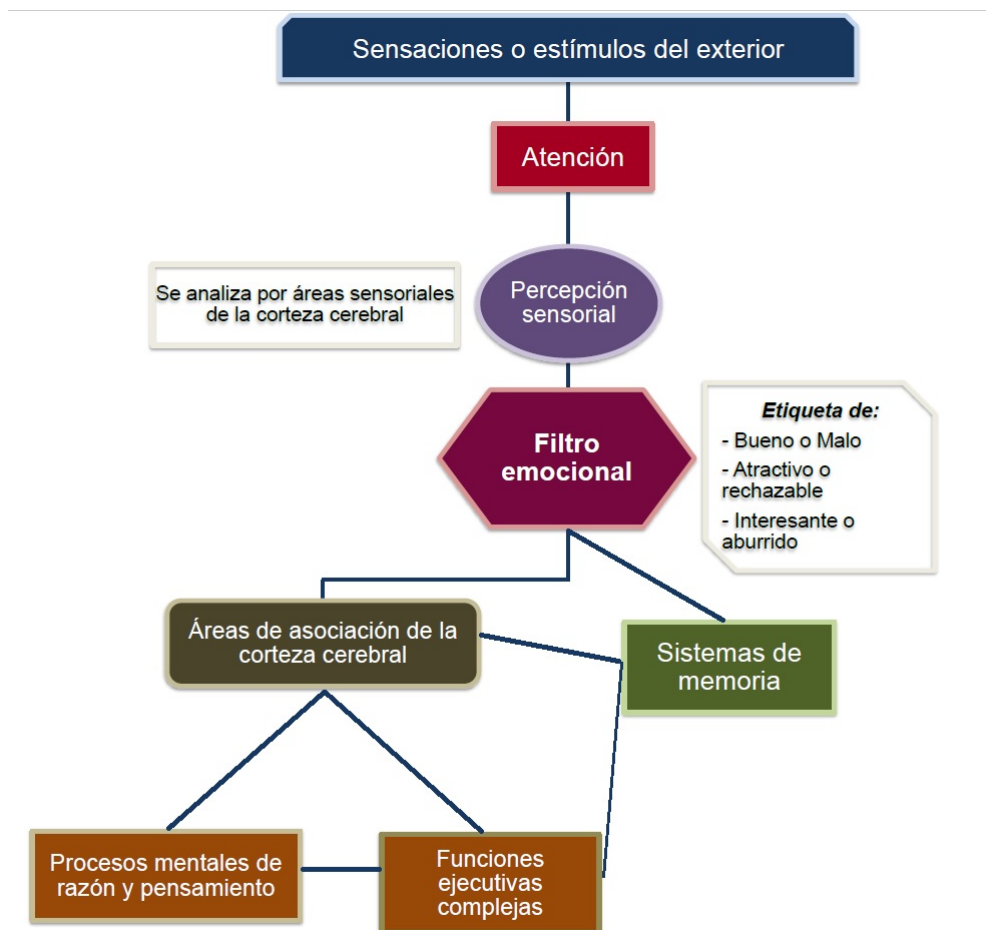


Figura 1.1: Esquema elaborado para representar pictóricamente la interpretación del proceso general de aprendizaje desde las Neurociencias.

El clima en el aula tiene que ver con la didáctica más que con la estrategia de enseñanza adoptada, dependiendo de los contextos estudiados las componentes de este factor han sido consideradas de manera diferente por varios autores (López y Bisquerra, 2013). La autoeficacia del alumno con respecto al aprendizaje de la Física, hace referencia a la creencia acerca de las propias capacidades para organizar

y ejecutar acciones para alcanzar determinados resultados, que en este caso se contextualiza a si se cree capaz de aprender Física.

La autoeficacia del estudiante con respecto al aprendizaje de la Física y el ambiente en el aula pueden contribuir directamente con el aprendizaje del estudiantes y con el favorecimiento del VPA y el VEE debido a la relación que guardan estos factores con las emociones del estudiante, esto se justifica en los siguientes párrafos.

1.1.7. Autoeficacia

La autoeficacia es un constructo que tiene sus orígenes en la década de los 80's, fue propuesto por el psicólogo Albert Bandura al trabajar en su teoría del aprendizaje social, que después se concibió como Teoría Social Cognitiva (Olaz, 2001). La autoeficacia se define como el conjunto de los juicios, pensamientos o creencias de la persona acerca de sus capacidades para alcanzar determinados niveles de rendimiento o logros (Bandura, 1987; Espada, 2012; Olaz, 2001; Sanjuán, 2000; Velásquez, 2012).

Bandura identifica cuatro fuentes importantes de información que influyen en la autoeficacia de una persona: Logros de ejecución, Experiencia vicaria (Modelado), Persuasión verbal y Estado fisiológico (Olaz, 2001):

- **Logros de ejecución (experiencia):** consiste en la experiencia que la persona tiene acerca de los éxitos o logros obtenidos en determinadas tareas u objetivos. Las evaluaciones positivas de los logros de ejecución favorecen la autoeficacia del sujeto, que en caso contrario la disminuirían.
- **Experiencia vicaria (modelado):** esta se forma cuando la persona observa a otra realizar cierta actividad o la imagina, dando juicios sobre si ella posee las capacidades para hacer la actividad o lograr el objetivo de dicha actividad.
- **Persuasión verbal:** ocurre cuando un individuo reconoce de manera verbal las capacidades de la persona y permite que se asegure de cómo estas influyen en el logro o realización de una determinada actividad u objetivo.
- **Estado fisiológico:** este tiene que ver con la capacidad o impedimento fisiológico del individuo, como el cansancio, el dolor, el estado físico en general.

La influencia de alguna de las fuentes de información anteriores en la autoeficacia, dependerá de la naturaleza y firmeza de las creencias preexistentes en el sujeto acerca de su eficacia, así como de la interpretación que se haga de la información (Olaz, 2001), por lo que los diferentes estímulos debidos a las fuentes de información serán procesados cognitivamente, pasando por el filtro emocional de la persona, lo que implica que las emociones de la persona provocadas por alguna de las fuentes de información de su propia capacidad están relacionadas con la autoeficacia. Olaz (2001) informa que para los autores Lent, Brown y Hackett (1994), la disposición afectiva de la persona es un factor que influye de manera importante en la autoeficacia de la persona.

En un contexto escolar, diferentes estudios han relacionado directamente la autoeficacia con el rendimiento académico (Contreras, 2005; Garbanzo, 2007; Pérez, 2005); sin embargo hay que tener cuidado de cómo el estudiante interpreta los altos niveles de eficacia, ya que parte del trabajo realizado por Galberath (2004) reflejó que una gran autoeficacia en ciertos estudiantes que cursaban la asignatura de lengua extranjera fue perjudicial para su aprendizaje, pues interpretaron que no era necesario esforzarse para aprender, disminuyendo su motivación hacia el aprendizaje de la lengua.

Si la experiencia de una persona al realizar una determinada actividad produce emociones que puedan cambiar sus creencias o juicios acerca de su capacidad, se puede dar un cambio en la autoeficacia del estudiante con respecto a aprender Física; dicho de otra manera, experiencias de logro, acompañadas de una persuasión verbal adecuada y una experiencia vicaria prudente, aumenta la autoeficacia del estudiante, al mismo tiempo que se producen emociones que fomentan creencias y actitudes que favorecen el VPA y VEE.

Por lo anterior se propone evaluar la autoeficacia de cada estudiante en el contexto de la clase de Física, antes y después de la aplicación de la estrategia didáctica, con el propósito de determinar si la estrategia que se propone de verdad fomenta este factor, y si fuera el caso, determinar si existe una correlación entre el VPA y el VEE con la autoeficacia del estudiante para el aprendizaje de la Física. El instrumento que se utiliza para la evaluación de la autoeficacia de cada estudiante en el contexto de la enseñanza de la Física, es la Escala de Autoeficacia General validada para población de habla hispana (Espada, 2012; Sanjuán, 2000). Consultar Apéndice A.

Para tener un registro cualitativo de las emociones de los estudiantes, en la estrategia de enseñanza se propone incorporar en la evaluación de la unidad didáctica un diario de clase, donde el estudiante después de cada sesión tiene que hacer un análisis metaemocional y metacognitivo al responder las preguntas ¿qué aprendiste y qué emociones tuviste durante la clase? o si no aprendiste nada menciona las causas (Ver apéndice D). Con un análisis cualitativo de este diario se determina en el tercer capítulo si se fomentó el VPA o el VEE en los estudiantes.

La forma de fomentar la autoeficacia y que el estudiante la interprete de una manera que favorezca al aprendizaje de los contenidos de la asignatura, se detalla en el segundo capítulo. La autoeficacia refleja el efecto individual en los estudiantes del papel que desempeña el profesor en la estrategia que se propone. Para saber el efecto colectivo que tiene el profesor, se considera el factor ambiente en el aula, en seguida se describe dicho factor.

1.1.8. Ambiente en el aula

El ambiente en el aula, también llamado clima de clase, es un factor que se puede estudiar desde diferentes perspectivas dependiendo del estudio y el autor (López, 2013), puede ser desde el enfoque de las habilidades docentes, el discurso docente, las relaciones interpersonales, el contexto sociocultural, las habilidades sociales, la satisfacción, la perspectiva democrática o la seguridad, la relación existente entre instrucción, logro y percepción, la relación afectiva docente-alumno y su influencia en el compromiso y logro, entre otros.

De la investigación realizada por López y Bisquerra (2013) se puede interpretar que dependiendo del enfoque con el que se investigue el clima de clase, existen diversas definiciones e instrumentos para hacerlo tangible. Por ello, desde la perspectiva del presente trabajo, se adopta la definición de clima de clase o ambiente del aula de Martínez-Muñoz (1996, p. 421) citada en el artículo de López y Bisquerra (2013). Por lo que el ambiente en el aula se considera como: *“La percepción general, subjetiva y reflexionada que tiene un alumno acerca de las interacciones que se producen en su grupo-clase entre iguales y entre profesor-alumno.”*

Esta definición, asume de forma implícita los objetivos educacionales, roles, aspectos organizativos y de orden, la orientación al trabajo y la gestión docente, basándose en la calidad socioafectiva de las relaciones entre todos los implicados, lo que se refleja en una buena cohesión de grupo y un alto nivel de conducción del mismo por parte del profesor.

En esta calidad socioafectiva de las relaciones está implícito el VPA y el VEE; puesto que si existe una relación de confianza y una buena comunicación con el docente referente al aprendizaje de la Física, se genera una situación favorable para este último, al fomentar en el alumno, a través de la relación profesor-estudiante, emociones y sentimientos de confianza, tranquilidad, interés, asombro y sorpresa, en el contexto de la clase, se fomenta el VPA; en caso contrario, entorpecería al proceso antes de comenzar. Lo mismo ocurre con el VEE, ya que la población a la cual va dirigida la propuesta son adolescentes entre 15 a 19 años, los cuales buscan a sus iguales para interactuar en la mayoría de los casos (Oliva, 2011); con la guía del profesor esa interacción puede ser causada por un objetivo de aprendizaje.

Puesto que se adoptó la perspectiva de Martínez-Muñoz (1996) en lo que respecta al ambiente en el aula, se decidió utilizar la Escala Breve de Clima de Clase (EBCC) para evaluar este factor, esta escala fue propuesta y validada para población adolescente de habla hispana por López y Bisquerra (2013), es un cuestionario tipo Liker compuesto por 11 ítems que presenta cuatro posibilidades de respuesta: nunca, a veces, con frecuencia, y siempre (Consultar apéndice A).

La EBCC mide 2 dimensiones: *Cohesión de grupo* y *Conducción de grupo*. Estos reflejan las interacciones entre pares y profesor-estudiante. Citando textualmente el trabajo de López y Bisquerra (2013) se tiene que la “*cohesión de grupo se trata de un factor dinámico horizontal observable entre los componentes de un grupo y se refiere al grado de satisfacción, involucración y cohesión existente entre los mismos.*” Esta dimensión se divide en dos: *Satisfacción e involucración* y *Cohesión entre iguales*. Mientras que la “*conducción de grupo es un factor de carácter vertical (docente-alumno) y se refiere a la manera en que el profesor influye de manera satisfactoria en el desarrollo de la clase a través del orden y la organización, de la orientación a la tarea y de la calidad de su relación con los educandos.*” Esta dimensión se divide en tres: *Relación profesor-alumno*, *Orden y organización* y *Orientación a la tarea*.

De esta forma, además de recabar información de manera cuantitativa de las consecuencias de estimular en los estudiantes emociones favorables para el aprendizaje de la Física, reflejadas en las interacciones profesor-alumno y estudiante-estudiante, se recaba información acerca de cómo es que los estudiantes percibieron la estrategia didáctica referente a su organización y orientación a la tarea, factores importantes para la aceptación del profesor como mediador entre ellos y el conocimiento.

1.2. Modelo didáctico a considerar.

Cuando se propicia un ambiente favorable para el aprendizaje y se estimula emocionalmente a los estudiantes de una manera individual y grupal hacia el aprendizaje, se fomenta el VPA y el VEE, se puede conseguir que el alumno construya sus conocimientos de Física; sin embargo, no es suficiente sólo con mejorar factores del dominio afectivo; hay que tener en cuenta un modelo didáctico que ayude a los estudiantes a aprender una vez que éstos ya estén dispuestos a construir su conocimiento. Por esta razón se escogió un modelo que se puede adaptar muy bien en el mejoramiento de los factores seleccionados del dominio afectivo y además se ha demostrado su efectividad en el proceso de enseñanza y aprendizaje cuando se aplica de una manera adecuada (Barkley, 2007), se trata del Aprendizaje Cooperativo.

Cabe aclarar que el aprendizaje cooperativo es la base de la estrategia didáctica que se propone en el segundo capítulo, por lo que la estrategia no excluye otros modelos o estrategias, como: el modelo inductivo, adquisición de conceptos, integrativo, aprendizaje basado en problemas (ABP), instrucción directa, exposición-discusión (D. Eggen, 2009), entre otros; ya que la estrategia didáctica que se propone se puede combinar, de ser necesario, con otros modelos y estrategias didácticas. En seguida se describe y se justifica la elección del modelo.

1.2.1. Aprendizaje Cooperativo y Colaborativo

El aprendizaje cooperativo y colaborativo son modelos que forman parte de la concepción constructivista del aprendizaje, tomando como base la interacción social como constructora de conocimiento y significados. Esto tiene fundamento en la revisión bibliográfica realizada por Elizabeth Barkley y colaboradores (2007) al llegar a la conclusión que: *“El aprendizaje colaborativo se da cuando los alumnos y los profesores trabajan juntos para crear el saber... Es una pedagogía que parte de la base de que las personas crean significados juntas y que el proceso las enriquece y las hace crecer”*.

Por lo que el aprendizaje cooperativo y colaborativo se pueden empatar con el constructivismo sociocultural (Serrano, 2011) que toma los aportes de los trabajos del psicólogo ruso Lev Vigotsky acerca de cómo los individuos construyen conocimiento y significados.

Cabe señalar la importancia de distinguir entre lo que se entiende por aprendizaje cooperativo y colaborativo. Es cierto que en la literatura en la mayoría de los casos se manejan indistintamente, sin embargo Barkley y colaboradores (2007) en su investigación bibliográfica hacen notar la diferencia entre éstos desde la perspectiva del papel que desempeña el profesor en el aula, puesto que en el aprendizaje colaborativo: *“Al profesor no le corresponde la supervisión del aprendizaje del grupo, sino que su responsabilidad consiste en convertirse, junto con los alumnos, en un miembro de una comunidad que busca el saber”*. Mientras que en el cooperativo: *“El profesor conserva el tradicional doble papel de experto en la asignatura y autoridad en el aula. El profesor prepara y asigna tareas de grupo, controla el tiempo y los materiales y supervisa el aprendizaje de los alumnos observando si éstos trabajan en la tarea asignada y si los procesos de grupo funcionan bien”*.

La interpretación que se hace con respecto a la diferencia en el aprendizaje cooperativo del colaborativo, es que mientras en el aprendizaje cooperativo los equipos de estudiantes realizan actividades estructuradas por el profesor para el logro de los objetivos educacionales; en el aprendizaje colaborativo los equipos de estudiantes planean las actividades junto con el docente para el logro de los mismos objetivos, lo que presupone una maduración y una metacognición desarrollada por parte de los estudiantes.

Los requisitos que se necesitan para que los estudiantes de bachillerato puedan manejar el aprendizaje colaborativo se marcan en el perfil de egreso del Bachillerato dictado por la Dirección General de Bachillerato, por lo que sería algo precipitado tratar de implantar esta metodología sin antes capacitar a los estudiantes para ello. De esta forma la mejor opción es que el profesor no pierda su autoridad en el salón de clases, sino que fomente por medio de la relación asimétrica entre él y los estudiantes y de actividades estructuradas, las habilidades necesarias para que los alumnos puedan aprender cooperando antes de aprender colaborando.

En este sentido el aprendizaje cooperativo es la mejor opción, además de que debido el contexto y la población a la que va dirigida la estrategia que se propone justifica la elección, ya que la mayoría de los adolescentes que se encuentran en el bachillerato vienen de un sistema tradicionalista de educación donde no se fomentan las habilidades para trabajar en equipo, lo que puede ocasionar severos problemas al tratar de implementar un modelo colaborativo de aprendizaje cuando los estudiantes no están capacitados para ello (Barkley, 2007).

Para aplicar de manera adecuada el aprendizaje cooperativo, los grupos de trabajo deben cumplir los siguientes 5 puntos (Barkley, 2007):

1. **Interdependencia positiva:** los logros de un estudiante están vinculados con los del equipo y los de su grupo, de esta forma los estudiantes están motivados a ayudarse entre ellos para el logro de los objetivos.
2. **Interacción promotora:** los estudiantes se ayudan y apoyan activamente entre sí, comparten recursos y herramientas para estimular los esfuerzos que hacen para aprender.
3. **Responsabilidad individual y de grupo:** se considera al equipo responsable de lograr sus objetivos educacionales. Cada miembro se compromete a realizar su parte del trabajo; se evalúa individualmente a los estudiantes.
4. **Desarrollo de las competencias de trabajo en equipo y de grupo:** los estudiantes deben de aprender la materia y también desarrollar destrezas y habilidades necesarias para actuar como parte de un equipo.
5. **Valoración del equipo:** los estudiantes deben de aprender a evaluar la efectividad de su equipo; juzgar que acciones de los miembros son útiles y cuáles no para el logro de sus objetivos, y con ello decidir lo que deben seguir haciendo y lo que ha de cambiar.

Los puntos anteriores están directamente relacionados con el VPA y el VEE, ya que si en la relación entre los estudiantes no existe satisfacción, no hay involucración o no hay cohesión entre pares, alguno de los puntos necesarios para que el equipo o grupo de trabajo puedan aprender de manera cooperativa, no se cumplirán. Del mismo modo, si los estudiantes no están dispuestos a aprender o no aceptan al profesor como mediador entre ellos y el conocimiento, el docente no guiará adecuadamente al grupo causando que alguno de los puntos anteriores no se cumplan, suscitando una problemática que no favorecerá el aprendizaje de los contenidos de la asignatura de Física. Algunos de los problemas típicos al aplicar de una manera no adecuada el aprendizaje cooperativo son (Barkley, 2007):

- Participación desigual.
- Resistencia de los estudiantes al trabajo en grupo.
- Comportamientos ajenos a la actividad.
- Grupos que no se llevan bien.
- Distintos niveles de capacidad.
- Problemas de inasistencia.
- Trampas por los estudiantes (dejar que otros miembros del equipo hagan el trabajo, simular cooperar con el equipo, etc.).

De esta manera se puede interpretar que el desarrollo del VPA y el VEE generan gran parte de los cimientos para el aprendizaje cooperativo, ya que una vez establecidos fomentan creencias y actitudes que estimulan la disposición del estudiante para construir su conocimiento; en caso contrario, una mala interacción entre el docente y los estudiantes, o entre los mismos estudiantes, permitirían el paso a alguna de las problemáticas ocasionadas por la mala implementación de las estrategias basadas en el aprendizaje cooperativo (Barkley, 2007; Liu, 2010; Lazarus, 2014).

En los párrafos anteriores se describieron los factores del dominio afectivo que puede modificar el profesor de Física para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje, así como los instrumentos para evaluar dichos factores.

A continuación se explicará la forma en que se clasifican los aprendizajes de los estudiantes para evaluar el cumplimiento de los objetivos cognitivos y determinar la efectividad de la propuesta al final de la aplicación.

1.3. Taxonomía de objetivos de aprendizaje.

Con anterioridad se ha manejado los enfoques de aprendizaje superficial, estratégico y profundo en el alumno, sin embargo puede resultar difícil categorizar los aprendizajes que construyen los estudiantes con estos enfoques, por esta razón se decidió utilizar la taxonomía de objetivos educacionales propuesta por Lorin Anderson y David Krathwohl (2001) la cual es una revisión a la taxonomía propuesta por Benjamín Bloom (1989) en los 50's, en ella se propone que los aprendizajes de los estudiantes se pueden delimitar en dos dimensiones: conocimiento y procesos cognitivos, lo que produce una tabla bidimensional que sirve para ubicar los objetivos educacionales en el dominio cognitivo que se quiere que los estudiantes alcancen.

La dimensión de conocimiento se puede interpretar como la categorización de tipos de conocimiento clasificados: Factual, Conceptual, Procesal y Metacognitivo; así como la dimensión de procesos cognitivos se puede interpretar como lo que el estudiante hace con algún tipo de conocimiento. Para poder entender mejor esta taxonomía se describe a grosso modo las categorías de las dimensiones de conocimiento y procesos cognitivos.

En la dimensión “Conocimiento” se describen los conocimientos que el estudiante puede guardar en su memoria de largo plazo, las categorías que propone Anderson (2001) son:

- A. **Factual:** Consiste en los elementos básicos de una disciplina o materia (terminología, detalles específicos y elementos)
- B. **Conceptual:** Consiste en la interrelación de los elementos básicos de una disciplina en una estructura general, de tal forma que pueden funcionar juntos (clasificaciones, categorías, principios, generalizaciones, estructuras, modelos, teorías).
- C. **Procesal:** Consiste en métodos, algoritmos, técnicas y procedimientos de la disciplina o materia, así como el criterio para usarlos en una determinada situación.
- D. **Metacognitivo:** Consiste en el conocimiento de la cognición en general, así como la sensibilización y el conocimiento de la propia cognición (Estrategias de conocimiento, las demandas cognitivas de diferentes tareas y la conciencia del propio conocimiento).

En la dimensión de “procesos cognitivos” se tienen las siguientes categorías, en las cuales se describe lo que el estudiante tiene que hacer con algún tipo de conocimiento, entre paréntesis se coloca los verbos de acción que se pueden utilizar para clasificar lo que el alumno hace con el conocimiento:

1. **Rememorar:** Recuperar conocimientos necesarios de la memoria de largo plazo. (reconocer, recordar)
2. **Comprender:** Construir significados a través de interacciones orales, escritas o de comunicación gráfica. (interpretar, ejemplificar, clasificar, resumir, inferir, comparar, explicar)
3. **Aplicar:** Utilizar un conocimiento en una situación dada. (ejecutar, implementar)
4. **Analizar:** Descomponer el conocimiento en sus constituyentes y determinar cómo las partes se relacionan entre sí con un propósito o en estructura general. (diferenciar, organizar, atribuir)
5. **Evaluar:** Realiza juicios basados en criterios o estándares. (Comprobar, Criticar)
6. **Crear:** Juntar elementos del conocimiento para formar algo coherente o funcional, o reorganizar los elementos en un nuevo patrón o estructura. (generar, planear, producir)

Con esta clasificación se puede relacionar lo que anteriormente se manejó como un enfoque de aprendizaje profundo, estratégico o superficial con uno o varios tipos de conocimiento y determinados procesos cognitivos. Por ejemplo, el enfoque de aprendizaje superficial se puede vincular con un conocimiento factual y un proceso cognitivo de recordar o identificar; mientras que el enfoque de aprendizaje estratégico tiene que ver con un conocimiento metacognitivo y procesal junto con procesos de aplicación y análisis. El enfoque de aprendizaje profundo involucra conocimiento conceptual, sin dejar de lado los otros tipos de conocimiento, junto con procesos de comprensión, aplicación, análisis, evaluación llegando inclusive al proceso de crear.

Los objetivos cognitivos de la estrategia didáctica que se propone en el siguiente capítulo, en el contexto de la taxonomía presentada, se describen en la introducción del presente trabajo, y son que los estudiantes:

- Construyan un conocimiento conceptual en las clases de Física.
- Desarrollen procesos cognitivos que sean de utilidad para la resolución de problemas teóricos y prácticos.

Los objetivos anteriores están enfocados en resolver la problemática específica que tienen la mayoría de los estudiantes al finalizar un curso de Física, esta problemática se describió en la subsección Problemática del presente capítulo. Por otro lado, en el dominio afectivo se considera el siguiente objetivo en la estrategia, que los alumnos:

- Obtengan y/o desarrollen herramientas socioculturales que les permita un desenvolvimiento eficaz en lo que respecta al trabajo en equipo, además de que las utilicen para una sana convivencia en el salón de clases, escuela y en la sociedad.

Este objetivo puede ser logrado gracias a que la propuesta está basada en el aprendizaje cooperativo. Al lograr estos objetivos se contribuye de una manera particular, desde la clase de Física, a consolidar el perfil de egreso de la Educación Media Superior dictado por la Dirección General del Bachillerato de la SEP, y se da una solución a los problemas específicos del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física considerados en este trabajo. En el siguiente capítulo se describe la estrategia didáctica que se propone.

Capítulo 2

Hacia una estrategia didáctica, consideración de factores del dominio afectivo

En el primer capítulo se trataron las bases teóricas que sustentan la estrategia didáctica que se describe a continuación. Esta estrategia tiene el objetivo de ayudar a disminuir algunas de las complicaciones que se presentan en el proceso de enseñanza-aprendizaje en las clases de Física de Bachillerato, además de consolidar desde la clase de Física el perfil de egreso dictado por Dirección General del Bachillerato de la SEP. Concretamente, los objetivos generales de la estrategia didáctica son que los estudiantes:

- Construyan un conocimiento conceptual en las clases de Física.
- Desarrollen procesos cognitivos que sean de utilidad para la resolución de problemas teóricos y prácticos.
- Obtengan y/o desarrollen habilidades socioculturales que les permita un desenvolvimiento eficaz en lo que respecta al trabajo en equipo, además de que las utilicen para una sana convivencia en el salón de clases, escuela y en la sociedad.

Para desarrollar una estrategia que favoreciera el VPA, el VEE, el ambiente en el aula y la autoeficacia de los alumno con respecto al aprendizaje de la Física, y además fomentar la construcción del conocimiento en los estudiantes de Física, se consultaron varios trabajos (Bain, 2004; Barkley, 2007; D. Eggen, 2009; Mora, 2013; Morris, 2014) que ayudaron a determinar las etapas de la estrategia didáctica, las cuales son:

- 1: Fomentar factores del dominio afectivo (VPA, VEE, ambiente en el aula, autoeficacia del estudiante con respecto al aprendizaje de la Física en cada clase).
- 2: Aplicar actividades que fomenten los factores del dominio afectivo seleccionados y que promuevan el cumplimiento de los objetivos de aprendizaje en los estudiantes.
- 3: Evaluar las actividades a través de la respuesta a las preguntas: ¿Se promovieron los factores del dominio afectivo? ¿Los objetivos de aprendizaje se cumplieron?

Cada etapa está presente en las siguientes y es el cimiento para las posteriores. Básicamente la estrategia se puede representar de manera pictórica como se muestra en la figura 2.1.

En la primera sección del capítulo se presentan diferentes estrategias y recomendaciones que el docente puede realizar en la clase para fomentar en los estudiantes emociones que faciliten el desarrollo del VPA y el de la autoeficacia con respecto al aprendizaje de la Física. En la segunda sección se describe la forma en que se puede utilizar el aprendizaje cooperativo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física, para fomentar el VEE y mejorar el ambiente en el aula, así como para lograr los objetivos de aprendizaje planteados por el docente. En la tercera y última sección, se presentan diferentes puntos que se deben tener en cuenta en la evaluación de los aprendizajes de los estudiantes si se utiliza la presente estrategia de enseñanza y algunas herramientas que pueden ser de utilidad para el docente al momento de evaluar los aprendizajes de los estudiantes.

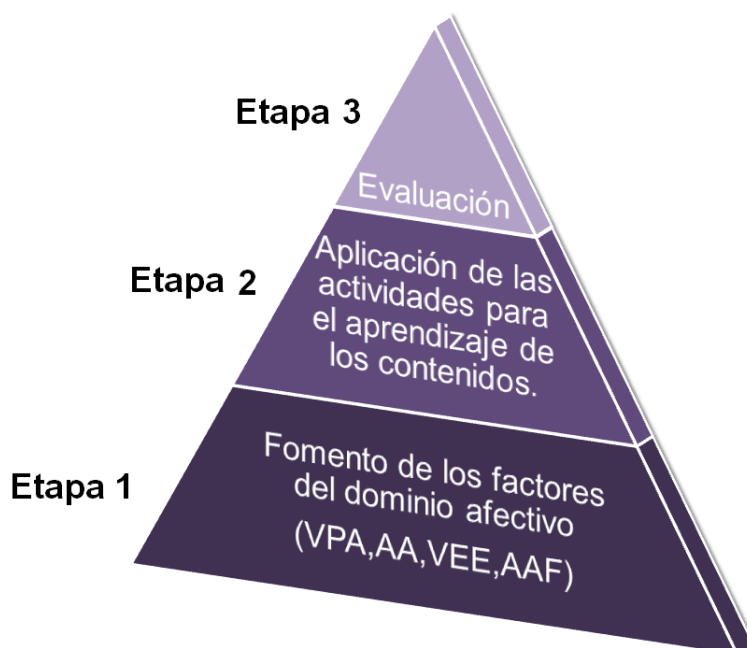


Figura 2.1: Esquema pictórico que representa a la estrategia didáctica que se propone. Cada peldaño de la pirámide es una etapa de la estrategia. Como se puede observar la base de la estrategia es el fomento de los factores del dominio afectivo seleccionados.

2.1. Fomento del Vínculo Profesor-Alumno y la Autoeficacia

El VPA se definió como *la relación entre profesor-alumno, donde el estudiante está dispuesto a aprender y acepta al docente como el mediador entre él y el conocimiento*. Teniendo en cuenta esta definición e interpretando lo escrito en Aguado (2005), Bain (2004), Mora (2013) y Otero (2006), para que el docente fomente el VPA en las clases de Física, debe:

- Involucrar emocionalmente a los estudiantes durante la clase.
- Tener como objetivo el aprendizaje.
- Mostrar dominio de la temática que se enseña.

A continuación se presentan algunas sugerencias, basadas en neurociencias, psicología cognitiva y en didáctica de la Física, para lograr los puntos anteriores.

2.1.1. Involucrar emocionalmente a los estudiantes durante la clase

Puede resultar difícil involucrar emocionalmente a los estudiantes directamente con el conocimiento. Sin embargo, se ha demostrado que las actitudes que el profesor muestra con respecto a la temática que enseña, como hacia los estudiantes, tiene una repercusión en las creencias y emociones hacia el conocimiento. Esto se puede deber a un sector específico del cerebro donde se encuentran lo que se conoce como neuronas espejo (Morris, 2014), estas neuronas permiten a una persona hacer propias las acciones, sensaciones, y emociones de los demás. También hay que considerar que debido a la población a la cual va dirigida la estrategia didáctica, adolescentes entre 15 y 19 años, el estímulo producido por la actitud del profesor hacia el conocimiento en los estudiantes puede ayudar en gran medida al fomento del VPA, debido a que para el adolescente es mucho más importante buscar riesgos y sensaciones placenteras que atender a algo que no le cause ningún estímulo o le provoque sensaciones molestas (Oliva, 2007); en este sentido, si el docente muestra una actitud favorable hacia el conocimiento de Física al expresar curiosidad, sorpresa, interés, alegría o satisfacción, la empatía que pueda suscitarse en el estudiante debido a las neuronas espejo, provocaría en el estudiante las mismas emociones que está expresando el profesor hacia el conocimiento, suscitándose en el alumno sensaciones placenteras ocasionadas por estas emociones, y con ello fomentar el VPA.

Adicionalmente, el docente puede utilizar algunas de las siguientes recomendaciones tomadas de Bain (2004) y Mora (2013) para favorecer el VPA, donde el profesor tiene que:

- Mostrar su lado humano, motivando a los estudiantes a ser reflexivos y honestos en la misma medida.
- Destacar lo que podría hacer atractivo al tema (algo en relación a los intereses generales de los estudiantes o un hecho o situación fuera de lo común para ellos).
- Utilizar anécdotas con un contexto histórico o personal como ingrediente extra para la enseñanza de algún tema, mostrando el camino recorrido que se tuvo que andar para lograr un determinado conocimiento, destacando el lado humano de los personajes.
- Relacionar la temática específica con temas relevantes y sociales, como el sentido de la vida, la cultura en la que se está sumergido, del alcance del conocimiento, de los misterios aún por resolver, de la necesidad por entender todo.

2.1.2. Tener como objetivo el aprendizaje

En lo que respecta al segundo punto del fomento del VPA, antes de que el docente muestre que su objetivo es el aprendizaje, primero tiene que saber que se quiere que los estudiantes aprendan, ya que sin tener esto claro el proceso de enseñanza-aprendizaje puede convertirse en algo caótico y sin sentido. Por ello, se propone utilizar la taxonomía propuesta por Lorin Anderson (2001) para plantear los objetivos cognitivos que se quiere que los estudiantes logren en un curso, unidad, o temática. Esta taxonomía es de gran utilidad al ser mucho más específica que la de Bloom (1989), lo que da la facilidad de centrar los objetivos de aprendizaje en la Física y con ello favorecer los que ponen de manifiesto la forma de razonar y de actuar que se espera del estudiante.

Lo que se recomienda al plantear los objetivos de aprendizaje de algún curso es que se vaya de lo general a lo particular, donde lo general es lo que se espera que los estudiantes aprendan al finalizar un largo periodo de tiempo, como un mes, un semestre o un año, y lo particular es lo que se espera que el alumno aprenda en un par de semanas o clases. Los objetivos particulares deben de ser planteados de tal forma que un conjunto de ellos sirva para lograr uno general, esto también mejora la autoeficacia del estudiante con respecto al aprendizaje de la Física, al partir de conocimientos previos y sencillos

para avanzar a algo más elaborado y complejo, lo que ofrece a los alumnos logros de ejecución reforzando sus creencias de que son capaces de aprender Física.

Una vez planteados los objetivos de aprendizaje hay que tener en cuenta las siguientes recomendaciones (Bain, 2004; Mora, 2013) para que el docente muestre que su intención es que el estudiante aprenda los contenidos de la asignatura, estas recomendaciones consisten en que el profesor tiene que:

- Evitar objetivos que no tengan que ver con el curso.
- Esperar mucho de los alumnos, favoreciendo objetivos que ponen de manifiesto la forma de razonar y de actuar que se espera de los estudiantes.
- Siempre mostrar interés en que los estudiantes comprendan bien el significado de lo que se explica en clase de modo que aún tratándose de temas muy específicos, estos repercutan en su vida diaria y su personalidad.
- Mostrar confianza en los estudiantes con respecto a que de verdad desean aprender.
- Hacer ver a los estudiantes que parte del éxito como profesor está en el propio éxito del estudiante.
- Hacer partícipe al estudiante sobre lo que se le enseña para que se sienta crítico, evaluador y capaz de demostrar lo que ha aprendido.

El docente puede fomentar alguno de los puntos anteriores, teniendo en cuenta una de las fuentes de autoeficacia propuesta por Bandura (Olaz, 2001), la persuasión verbal. Esta persuasión se debe entender como aquella en donde el docente reconoce las capacidades para aprender, no se limita a simples elogios sin fundamento, más bien hace alusión a los logros de los estudiantes, a lo que aprenden día a día, y como es que van mejorando por muy mínimo que sea su avance, mostrando evidencias de esos logros. Esto puede ayudar al docente a mostrar su confianza en que los estudiantes quieren aprender y hacer ver a los alumnos que parte del éxito del profesor esta en el propio éxito del estudiante, además de que también se fomenta la autoeficacia del estudiante con respecto al conocimiento de la Física.

2.1.3. Mostrar dominio de la temática

El docente debe ser experto en la materia, para poder plantear y relacionar los objetivos generales y particulares del curso debe conocer muy bien la temática, además de contar con un conocimiento metacognitivo y procesos cognitivos de alto nivel.

Para que el docente muestre dominio de la temática, se recomienda (Bain, 2004; Mora, 2013):

- Saber bien la materia y con ello desarrollar técnicas, que permitan conocer a fondo principios fundamentales y conceptos organizativos que otros puedan utilizar para comenzar a construir su propia capacidad de comprensión y desarrollar sus capacidades.
- Tener una cultura general amplia, aun en campos del saber aparentemente distantes al suyo, para permitirle abordar explicaciones desde visiones diferentes.

2.2. Aprendizaje cooperativo, VEE y ambiente en el aula

En la presente sección se describen los lineamientos básicos a seguir para implementar actividades basadas en el aprendizaje cooperativo, también se dan algunas sugerencias para que a la par se fomente el VEE y se favorezca un ambiente en el aula propicio para el aprendizaje. Hay que aclarar que la

estrategia didáctica que se propone esta conformada por una serie de metodologías y estrategias las cuales se consideraron compatibles con el fomento de los factores del dominio afectivo que pueden ayudar a mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje según lo discutido en el capítulo anterior.

2.2.1. Formación de equipos

Lo básico en el aprendizaje cooperativo es conformar equipos de trabajo, según Barkley (2007) el número eficaz de miembros de un equipo cooperativo va desde los 4 a los 6 miembros, sin embargo se tiene que considerar una serie de factores y preferencias, como el lugar de trabajo, la actividad a realizar o los aprendizajes que se quiere que construyan los estudiantes, por lo que el número puede cambiar.

Los equipos tienen diferentes clasificaciones, dependiendo de qué es lo que se quiere lograr con los estudiantes, se formarán equipos informales, formales o básicos, lo cual estará sujeto al tiempo de duración de la actividad; a su vez los equipos pueden ser homogéneos o heterogéneos, lo que dependerá de las características personales de los integrantes (Ver Tabla 2.1).

Las condiciones físicas, el contexto sociocultural, entre otros factores, determinarán los tipos de equipo que el docente pueda formar; por ejemplo, si la clase se lleva en un salón con bancas inamovibles, lo recomendable es formar equipos informales, homogéneos o heterogéneos, de dos o tres integrantes, esto por la incomodidad de trabajar en un espacio así, lo que puede distraer la atención del estudiante, por lo que las tareas cooperativas más complejas habrá que hacerlas fuera del horario de clases. Otro ejemplo, si el docente quiere que los equipos comiencen una discusión acerca de un determinada cuestión o temática, puede formar equipos informales heterogéneos, esto porque la diversidad de sus miembros favorece diferentes puntos de vista e ideas, y puesto que el objetivo no es que se pongan de acuerdo, si no que discutan, la duración del equipo debe de ser corta; además se estará favoreciendo en los miembros del equipo un pensamiento crítico, y se fomentan habilidades, destrezas o valores útiles para la convivencia y el trabajo en equipo, como el poder expresar ideas lo más claro y preciso posible, respetar a otros con diferentes ideas, escuchar y hacerse escuchar por otros, etc.

Existen diferentes estrategias para formar equipos, estas se pueden clasificar en tres: *aleatorias*, *selección por estudiantes* y *selección por el profesor*. El uso de alguna de las estrategias estará sujeto al tipo de equipo que se quiera formar y del tiempo disponible; por ejemplo, si se quiere constituir equipos formales homogéneos, se puede escoger a los líderes de cada equipo y que ellos determinen a sus integrantes considerando que sus formas de pensar y actuar sean similares a las suyas. Para conocer más estrategias de formación de equipos se puede consultar la referencia Barkley (2007, pág. 48).

TABLA 2.1: Descripción de los tipos de equipos cooperativos según Barkley (2007)

Tipo de equipo	Descripción
Informal	Estos se construyen de forma rápida y aleatoria. El objetivo de estos equipos es que sus miembros trabajen juntos por un breve periodo de tiempo, que va desde unos minutos al tiempo de duración de una clase. Se crean para responder una pregunta, compartir ideas, o participar en alguna otra actividad que sirva de paréntesis en una actividad más larga.
Formal	Se constituyen para trabajar en un objetivo complejo que requiera que el equipo tenga una duración de unos cuantos días o semanas.
Básico	Su duración es el de un periodo escolar, ya sea semestral o anual. Su finalidad consiste en que sus miembros trabajen en distintas tareas, así como ofrecer apoyo y estímulo a sus integrantes para lograr los objetivos generales del curso.
Homogéneo	Sus integrantes tienen muchas similitudes, tanto en el ambiente académico como en el personal. Este puede servir en gran medida para dar confianza a sus miembros en las actividades a realizar. Este tipo de equipo se pone fácilmente de acuerdo en tareas muy estructuradas de construcción de conocimiento, destrezas y habilidades.
Heterogéneo	Sus miembros tienen diferentes competencias, experiencias, antecedentes, ideas, entre otras cosas. Este tipo de equipos son más productivos que los homogéneos y se adaptan mejor a tareas multidimensionales. Lo importante es la diversidad entre sus integrantes.

2.2.2. Asignación de roles

Ya formados los equipos hay que establecer roles, esto para ofrecer una participación concreta a cada miembro, así como garantizar que se aborden distintos aspectos de las actividades de aprendizaje que realice el equipo. Los roles más habituales encontrados en la literatura son seis (Barkley, 2007): facilitador, secretario, portavoz, cronometrador, supervisor de carpetas, comodín. En la Tabla 2.2 se describe cada rol. No es necesario asignar roles a todos los integrantes de los equipos para todas las actividades, ya que al igual que la formación de equipos, la asignación de roles dependerá del contexto de la actividad. Por ejemplo, para una actividad que explora las ideas previas de los estudiantes con respecto a un determinado tema, como lo es rueda de ideas, sólo se necesita establecer el rol de secretario; en cambio, si se establece un equipo básico para la realización de un proyecto semestral o anual, es necesaria la asignación de roles a cada miembro del equipo.

TABLA 2.2: Descripción de los roles habituales en los equipos cooperativos (Barkley, 2007)

Rol	Descripción
Facilitador	Este miembro modera los diálogos manteniendo en cada actividad la atención del equipo centrada en la tarea, se ocupa de que los demás lleven a cabo su parte del trabajo. Los facilitadores tratan de garantizar que todos los integrantes tengan oportunidad de aprender, de participar y de ganarse el respeto de los demás miembros.
Secretario	Registra todas las actividades encargadas al equipo. Los secretarios toman notas que resumen los diálogos, mantienen al día todos los registros necesarios, como las hojas de datos que haya en la clase, por ejemplo la hoja de asistencia y las verificaciones de los trabajos que se lleguen hacer en casa. Complementa las hojas de reporte de actividades y es el responsable de que se entreguen en el formato pedido.
Portavoz	Expone oralmente el resumen de las actividades o conclusiones del equipo. El portavoz ayuda al secretario en la preparación de informes y hojas de trabajo. Como su rol lo presupone, es el encargado de supervisar la elaboración y organización de exposiciones del equipo ante la clase.
Cronometrador	Indica al equipo las limitaciones del tiempo, trabaja con el facilitador para mantener al equipo centrado en la tarea y puede asumir el rol de cualquier miembro ausente. El cronometrador es responsable de la organización y de garantizar que el área de trabajo del equipo quede en perfectas condiciones al acabar la sesión.
Supervisor de carpeta	Si el profesor ha creado carpetas de trabajo, el supervisor se encarga de la carpeta del equipo, distribuye todo el material que no sean hojas de datos y traslada todos los papeles, tareas o notas a los integrantes de su equipo. Los supervisores de carpetas garantizan que todos los materiales de clase relevantes estén en la carpeta al final de cada clase.
Comodín	Asume el rol de cualquier miembro ausente y ocupa su puesto siempre que sea necesario, ayuda a los integrantes del equipo en sus funciones.

Los roles antes mencionados son sugerencias que puede considerar el docente para asegurar la participación de todos los integrantes de un equipo de trabajo, se pueden modificar las obligaciones y los roles según sea necesario, teniendo siempre en cuenta que los roles son para distribuir la carga de trabajo de las actividades de aprendizaje, sin que esto implique “repartir el trabajo y juntarlo al final”, si no que cada miembro tenga la responsabilidad de verificar aspectos específicos de la actividad y haga notar alguna deficiencia para poder solucionarla. Por ejemplo, en la entrega de un reporte escrito

de alguna actividad, el secretario tiene la responsabilidad de verificar que el reporte tenga las especificaciones de formato pedidas por el profesor, y en caso de encontrar alguna falla, se la haría saber al equipo para su corrección en conjunto, lo cual es diferente a que el secretario tenga que escribir el reporte él sólo.

La asignación de roles además de distribuir la carga de trabajo de las actividades de aprendizaje, fomenta la responsabilidad, la solidaridad, la empatía y el respeto entre los integrantes de un equipo, así como las habilidades y destrezas propias de cada rol; es conveniente modificar la asignación de los roles de vez en cuando, para que cada miembro del equipo tenga la oportunidad de desarrollar dichas habilidades y destrezas.

Una vez que están formados los equipos y establecido roles, lo siguiente es implementar las actividades para que los estudiantes aprendan, teniendo en cuenta los factores del dominio afectivo ya discutidos y los objetivos cognitivos de aprendizaje. En la siguiente subsección se describen algunas Técnicas de Aprendizaje Cooperativo (TAC's) que pueden ser la base de las actividades de aprendizaje.

2.2.3. Técnicas de aprendizaje cooperativo y el VEE

En el libro “Técnicas de aprendizaje colaborativo” de Barkley (2007) se presentan diferentes y variadas TAC, por lo que sólo se mencionaran aquellas TAC que tienen una relevancia importante para la enseñanza de la Física, y que además se utilizaron en las actividades de aprendizaje de la estrategia didáctica en un grupo de bachillerato, en la Tabla 2.3 se da el nombre y se destaca la utilidad de las estas TAC, tanto en el tercer capítulo como en el apéndice E se describe como se utilizaron en las actividades de aprendizaje.

Para facilitar el uso de las TAC Barkley (2007) las clasifica en las siguientes categorías:

- Diálogo
- Enseñanza recíproca entre compañeros
- Resolución de problemas
- Organización de información gráfica
- Redacción

Aunque una TAC se encuentre en alguna de las categorías antes mencionadas, se puede utilizar para otros fines, por ejemplo, la finalidad de la TAC rueda de ideas, que está clasificada como técnica para el diálogo, es generar muchas ideas acerca de algo, sin embargo el docente puede utilizarla para conocer a grosso modo las ideas previas de los estudiantes referente a algún concepto o temática. La clasificación sirve para darse una idea de que TAC se puede utilizar para un fin determinado, teniendo la oportunidad de modificarla u ocuparla para otros propósitos. En este sentido algunas TAC's pueden modificarse para fomentar el VEE, recordando que el vínculo estudiante-estudiante se interpreta como *la interacción alumno-alumno donde uno de ellos ha construido un determinado conocimiento y el otro está dispuesto a aprenderlo y aceptar a su compañero como mediador entre él y el conocimiento*, TAC's clasificadas en las categorías de diálogo, enseñanza recíproca y organización de información, tales como *grupos de conversación, rompecabezas, corrección por el compañero y equipos para exámenes*, pueden favorecer el VEE. Estas técnicas promueven la interacción entre los estudiantes que tienen ya un determinado conocimiento y aquellos que aún no logran construirlo, y con la guía del profesor se puede establecer el VEE.

TABLA 2.3: TAC's usadas en las actividades de aprendizaje en la implementación de la estrategia didáctica que se propone (Barkley, 2007).

Nombre de la TAC	Utilidad
Rueda de ideas	Garantizar la participación de todos los estudiantes. Se puede utilizar para determinar de manera general las ideas o conocimientos previos de los estudiantes en una determinada temática.
Grupos de discusión	Generar gran cantidad de información y de ideas en un corto periodo de tiempo, prepara a los estudiantes para los diálogos de clase. Da la oportunidad a todos los estudiantes de expresar sus ideas y enriquecerlas con los comentarios de su equipo.
Celdas de aprendizaje	Llevar a los estudiantes a pensar críticamente sobre el contenido y animar que se desafíen unos a otros para alcanzar niveles de pensamiento profundos (analizar y evaluar el conocimiento).
Rompecabezas	Motivar a los alumnos a aprender y construir el conocimiento con suficiente profundidad (comprender) para enseñárselo a sus compañeros.
Resolución de problemas en parejas	Enfatizar el proceso de resolución de problemas y ayudar a los alumnos a identificar errores lógicos o de procesos.
Corrección por el compañero	Desarrollar habilidades y destrezas para realzar una corrección crítica y hacer críticas constructivas para mejorar habilidades de comunicación.
Equipos de exámenes	Ayudar a los estudiantes a evaluar y mejorar su comprensión de la materia enseñándose unos a otros.

Otro de los factores del dominio afectivo que se fomenta con el aprendizaje cooperativo, es el ambiente en el aula, este factor es considerado como *“la percepción general, subjetiva y reflexionada que tiene un alumno acerca de las interacciones que se producen en su grupo-clase entre iguales y entre profesor-alumno”* (Martínez-Muñoz, 1996). Lo anterior se afirma porque el docente estimula la percepción del estudiante referente a la interacción con sus iguales y con el profesor, mediante la promoción del cumplimiento de los 5 puntos para el éxito de un equipo cooperativo (ver Tabla 2.4), del mismo modo, el profesor provoca en los alumnos la satisfacción de realizar las actividades de enseñanza-aprendizaje, a través de la organización y orientación hacia la tarea, la instrucción directa, el modelado de situaciones, o retroalimentando a los estudiantes sobre su trabajo en equipo durante las actividades.

Además se recomienda, que el profesor siempre tenga en cuenta los siguientes puntos al implementar el aprendizaje cooperativo en alguna de sus actividades de enseñanza-aprendizaje (Barkley, 2007):

- Ayudar a los equipos a sintetizar los conocimientos aprendidos y las conclusiones alcanzadas.
- Resumir los puntos destacados, temas más recurrentes y los comentarios de los equipos.
- Aclarar detalles.
- Señalar las concepciones erróneas o los informes inexactos.
- Añadir información cuando aparezcan omisiones.
- Abordar las cuestiones no contestadas o persistentes.
- Destacar las implicaciones.
- Ayudar a establecer conexiones con los contenidos y las actividades experimentales.
- Revisar siempre que se lleven a cabo los objetivos educativos.

Se puede observar que varios de los puntos anteriores están relacionados con el favorecimiento del VPA, como el destacar las implicaciones de un determinado resultado, dando la oportunidad de contextualizarlo en alguna problemática social relevante en el momento para los estudiantes. En lo que respecta al último punto, sobre que el docente revise que se lleven cabo los objetivos educativos, en la siguiente sección se proponen herramientas para facilitar la evaluación del cumplimiento de estos objetivos, así como una propuesta de evaluación y asignación de calificación compatible con el fomento de los factores del dominio afectivo considerados, el aprendizaje cooperativo, y los objetivos educativos.

ESQUEMA 2.1:

Elementos esenciales para que un equipo cooperativo sea eficaz (Barkley, 2007).

Interdependencia positiva.

Interacción promotora.

Responsabilidad individual y de grupo.

Desarrollo de las competencias de trabajo en equipo y de grupo.

Valoración del grupo.

2.3. Evaluación

La evaluación es un aspecto importante a considerar en toda estrategia de enseñanza-aprendizaje, pues tiene una influencia enorme en el proceso de ayudar y animar a los estudiantes a aprender (Bain, 2004). En ocasiones ocurre que el docente tiene el cuidado de propiciar un ambiente constructivista para que los estudiantes aprendan y comprendan la temática, sin embargo, en el momento de evaluar y calificar a los alumnos puede ser que el profesor no considere aquellos aspectos que propician un aprendizaje del conocimiento conceptual y que favorecen un enfoque de aprendizaje profundo en los estudiantes.

Hay que recordar que el bachillerato es formativo, integral y propedéutico, cuyos objetivos principales son: *“ofrecer una cultura general básica, que comprenda aspectos de la ciencia, de las humanidades y de la técnica, a partir de la cual se adquieran los elementos fundamentales para la construcción de nuevos conocimientos; proporcionar los conocimientos, los métodos, las técnicas y los lenguajes necesarios para ingresar a estudios superiores y desempeñarse en éstos de manera eficiente; desarrollar*

*las habilidades y actitudes para la realización de una actividad productiva socialmente útil*¹. Estos objetivos son la base para el proceso de enseñanza-aprendizaje que se debe suscitar en cualquier clase de bachillerato, por lo que desde la perspectiva de las clases de Física se debe de favorecer en lo posible el cumplimiento de estos objetivos, que como se puede ver, hacen alusión al dominio afectivo y psicomotor, los cuales en la mayoría de los casos no se toman en cuenta en la evaluación y en la asignación de calificación de los estudiantes, solamente se evalúan los objetivos del dominio cognitivo referentes al conocimiento de la disciplina.

Lo anterior se puede corroborar observando los instrumentos más comunes utilizados para evaluar y calificar a los estudiantes, de los principales se encuentran: exámenes que habitualmente contemplan conocimientos teóricos declarativos o memorísticos y problemas cerrados que se resuelven con procedimientos algorítmicos, “aplicar la fórmula”; los reportes experimentales, enfocados normalmente a “corroborar la teoría y seguir un procedimiento preestablecido”, son considerados en menor medida que los exámenes en la calificación y; las tareas y la participación del estudiante, tienen un menor peso en la calificación (Gómez, 2014). Estos instrumentos dejan de lado las habilidades, destrezas, procesos cognitivos o actitudes que pudieron aprender o desarrollar los estudiantes, en los dominios cognitivo, afectivo y psicomotor, que le pueden ser de utilidad tanto para futuros estudios, como para realizar una actividad productiva socialmente útil. Por mencionar algunas de estas habilidades, destrezas, actitudes y procesos cognitivos que los instrumentos comunes de evaluación y asignación de calificación en la asignatura de física no contemplan están: el utilizar de manera eficaz y precisa instrumentos de medición en situaciones reales (psicomotor y cognitivo), la capacidad de poder analizar y evaluar los resultados de algún experimento o situación física real (cognitivo), una actitud de respeto hacia las demás personas, o la capacidad de colaborar con otros para un fin común, etc. Por lo que para que los estudiantes tengan una formación integral desde la perspectiva de la Física hay que considerar en la evaluación y en la asignación de calificación estos aspectos.

Desde la perspectiva de Gómez (2014), la evaluación educativa normalmente es vista como un procedimiento mediante el cual el docente puede verificar de forma objetiva el aprovechamiento y el grado en que los estudiantes alcanzan los objetivos del programa de estudios, sus funciones son clasificar, jerarquizar, discriminar y controlar, su finalidad es informar y en muchos casos se concibe como un sinónimo de calificar. Por lo que se puede decir que bajo esta concepción el objetivo de evaluar es determinar que estudiantes tienen la capacidad para aprender en lugar de fomentar dicha capacidad, basándose en el rendimiento, en lugar del aprendizaje, lo cual puede ser parte de la problemática presente en muchos casos, donde a pesar que el docente utilizó estrategias de enseñanza novedosas y favoreció en el salón de clases un ambiente que fomentó en el estudiante un pensamiento crítico y reflexivo, los alumnos al final aprendieron solamente un conocimiento factual, a utilizar las “fórmulas”, de manera memorística, o simplemente no se acuerdan de nada una vez terminada la asignatura (Bain, 2004). Esta forma de evaluar desecha la oportunidad que tiene en sí misma la evaluación, para propiciar el enfoque de aprendizaje profundo en los estudiantes.

En este contexto, la evaluación y asignación de una calificación a los estudiantes bajo la estrategia didáctica que se está proponiendo no se puede limitar sólo a clasificar, jerarquizar, discriminar y controlar, tampoco que su única finalidad sea la de informar, más bien la evaluación y la asignación de la calificación deben enfocarse en ayudar a los estudiantes a aprender, lo que hoy se conoce como una evaluación formativa (Gómez, 2014; Shepard, 2006), que en el contexto de este trabajo se traduce en fomentar los factores del dominio afectivo ya descritos (VPA, VEE, ambiente en el aula y autoeficacia) y favorecer el logro de los objetivos de aprendizaje planteados, tanto del dominio cognitivo, afectivo y psicomotor.

¹Dirección General de Bachillerato

En este sentido para evaluar cada actividad de aprendizaje realizada en el aula, se propone contestar si ¿el o los objetivos de aprendizaje se lograron al finalizar la actividad? Existen diferentes formas o métodos para tener una respuesta; debido a la estructura de la estrategia didáctica que se propone, se sugiere utilizar el *portafolio de evidencias*, esta herramienta cumple con que el docente muestre a los estudiantes que su objetivo es el aprendizaje y sirve para una evaluación formativa, ya que el portafolio incorpora la autorreflexión del estudiante sobre su propio aprendizaje y le da oportunidades para autoevaluar su propio crecimiento, ya que no es un producto aislado, y desde la perspectiva de Dewey mencionada por Klenowki (2005), un portafolios puede ser una evidencia del progreso personal para usarse con propósitos de mejora, o para seleccionar el mejor trabajo y otorgar una calificación, por lo que el resultado es el logro conseguido al realizar los trabajos mas no el portafolios en sí. Esto hace al portafolio una herramienta útil para fomentar el VPA en las clases de Física y para evaluar el cumplimiento de los objetivos específicos de cada actividad que se realiza en el aula al retroalimentar cada trabajo elaborado.

Actualmente se identifican tres principales tipos de evaluación, *diagnóstica, formativa y sumativa*. Según Gómez (2014) y Shepard (2006) la evaluación diagnóstica hace referencia a los conocimientos o ideas previas de los estudiantes referentes a una cierta temática o situación, esta evaluación es llevada a cabo antes de comenzar el proceso de enseñanza-aprendizaje de alguna temática con el fin de acondicionar las estrategias de enseñanza a las ideas o conocimientos previos de los estudiantes; la evaluación formativa se realiza durante el proceso de enseñanza con el fin de mejorar la enseñanza o el aprendizaje; y la sumativa tiene la finalidad de calificar a los estudiantes según los objetivos que hayan alcanzado.

2.3.1. Rubros para la evaluación sumativa

Desde la perspectiva de Shepard (2006), la evaluación sumativa y la asignación de calificaciones pueden ser una seria amenaza para los objetivos de aprendizaje declarados por la evaluación formativa, ya que si la evaluación sumativa diverge de los que se espera que los estudiantes aprendan, los alumnos dirigirán su atención y esfuerzo hacia aquellos aspectos calificados. Para evitar esto, es necesario que la evaluación sumativa y la formativa sean coherentes con los objetivos educativos. Por ello, para la implementación de la estrategia frente a grupo se consideran los siguientes aspectos en la rúbrica de evaluación sumativa: *participación, examen teórico, examen práctico y un proyecto semestral o por unidad temática*. En cada uno de estos rubros se consideran 2 subcategorías, la parte individual y la parte en equipo, se dividen de esa forma para que el estudiante considere el trabajo en equipo como algo importante en la asignatura, sin dejar de lado su crecimiento académico individual.

2.3.2. Participación

Para evaluar la participación a nivel individual se considera *la asistencia, la colaboración con el equipo, las responsabilidades del rol asignado en el equipo, un diario de clase y un cuaderno de apuntes*. Los primeros tres rubros son necesarios para lograr un desempeño óptimo en los equipos de trabajo. El diario de clase o bitácora individual consiste en un diario donde el estudiante escribe una reflexión al terminar cada clase, en la cual debe contestar las preguntas *¿qué aprendí? ¿cómo lo aprendí? y ¿cómo me sentí?*, o en caso de que el alumno no haya aprendido nada, la reflexión debe de estar enfocada a determinar la razón por la cual no se aprendió. Con el diario se espera que el estudiante haga un ejercicio de metacognición y un análisis emocional de lo que sintió en la clase, y con base en el diario el docente pueda determinar si los objetivos cognitivos de la sesión se lograron o no a un nivel individual.

El formato de la bitácora individual puede variar según lo considere cada profesor, desde la mitad de una hoja tamaño esquila, hasta un registro digital mediante un formulario de Google, lo esencial es la reflexión del estudiante; cabe mencionar que en el formato del diario debe de existir datos que

identifiquen al estudiante y a la clase de la cual se hace la reflexión, se recomienda el nombre del estudiante y la fecha de la clase correspondiente.

El cuaderno de apuntes tiene la finalidad de que el estudiante elabore un instrumento que pueda utilizar en futuras ocasiones para acceder de manera rápida a la información relevante de clases pasadas, así como llevar un registro de las actividades realizadas para construir su aprendizaje y poder recordar cualquier cosa relevante que pudiera necesitar en futuras sesiones. Para evaluar la participación a nivel de equipo se considera un portafolio de evidencias en equipo, este portafolio consiste en un registro de las actividades realizadas por el equipo para la construcción del conocimiento en conjunto, esto con la finalidad de determinar el progreso cognitivo del equipo al realizar cada actividad, además de que el docente pueda retroalimentar al equipo después de cada actividad y tener evidencia del progreso del equipo.

Hay que hacer hincapié al momento de presentar la rúbrica y describir los rubros a los estudiantes, que estos rubros se están tomando en cuenta para asignar una calificación, porque se consideran necesarios para el logro de los objetivos educacionales y además facilitan la implementación de las actividades que se planean para que aprendan. Los rubros considerados en “Participación” deben de ser evaluados constantemente por el docente, para dar una retroalimentación a los estudiantes sobre su aprendizaje y también para poder evaluar las actividades de enseñanza implementadas, y de ser necesario poder modificarlas para maximizar el aprendizaje de los estudiantes.

2.3.3. Examen teórico

El examen se aplica al finalizar una unidad o bloque, consiste en una serie de preguntas abiertas referentes a la temática tratada, y a los diferentes tipos de conocimiento y procesos cognitivos. Se asigna un puntaje a cada pregunta, el cual es mostrado en la Tabla 2.4, la asignación del puntaje depende del proceso cognitivo requerido para contestar la pregunta. De la serie de preguntas los alumnos escogen en primer lugar, aquellas que no les resultaran difíciles de contestar y que tienen la seguridad de que su respuesta es correcta, con la restricción de que la suma de puntos de las preguntas en total sea de 20 o 30, esto con el fin de asegurar que los estudiantes discriminen aquellas preguntas que no tengan la seguridad de contestar, y las que decidan contestar reflejen lo que de verdad aprendieron. El examen escrito se entrega por equipos una semana después, durante ese periodo de tiempo el docente puede asesorar a los estudiantes acerca de ciertas cuestiones que surjan mientras los alumnos contestan las preguntas elegidas, fomentando en los estudiantes procesos cognitivos de alto nivel, como análisis o evaluación, así como un conocimiento conceptual, sin que el profesor diga de manera directa la respuesta a las preguntas del examen.

TABLA 2.4 Puntuaciones asignadas según el proceso cognitivo que demanda la pregunta.

Proceso cognitivo	Puntuación asignada
Rememorar	1 pt.
Comprender	2 pts.
Aplicar	3 pts.
Analizar	4 pts.
Evaluar	5 pts.

El tiempo dado a los equipos para contestar el examen tiene el propósito de que los estudiantes preparen sus respuestas, más que determinar si recuerdan o no un determinado conocimiento para poder contestar las preguntas, lo que se espera es que con este examen los estudiantes consulten diversas fuentes de información y demuestren la comprensión de la temática al aplicar, analizar o evaluar su conocimiento al discriminar de la información encontrada o de su propio saber, la respuesta correcta.

La TAC que se recomienda utilizar para que elaboren el examen es equipos de exámenes, esta técnica puede ser una guía para la elaboración del examen en equipo, fomentando el VEE entre los alumnos.

Cada equipo se presenta en la fecha y hora previamente acordada para la entrega del examen escrito, el docente con base en las respuestas realiza un examen oral, cuyas preguntas deben estar enfocadas en que los estudiantes demuestren como equipo los objetivos cognitivos y afectivos hasta entonces logrados, en este examen oral los estudiantes tienen la oportunidad de discutir entre sus compañeros de equipo la respuesta de cada pregunta antes de explicarla al profesor.

Con este tipo de examen se da oportunidad al docente de evaluar además de los conocimientos y procesos cognitivos, la forma de interacción del equipo al observar su desempeño al explicar las respuestas, y con ello poder verificar si desarrollaron habilidades, destrezas o actitudes en los estudiantes que favorezcan el trabajo en conjunto, algunos aspectos relevantes observables son: la interdependencia positiva, una interacción promotora o la responsabilidad individual y de equipo. También con este instrumento se favorece la valoración del trabajo en equipo, al dejar que discutan su respuesta entre ellos antes de exponerla al profesor.

La evaluación de la parte individual consiste en que el docente cuestiona de manera personal a cada estudiante acerca de las repuestas de las preguntas escritas, sin posibilidad que discuta su respuesta con su equipo, las preguntas realizadas por el profesor deben estar estructuradas de tal forma que el estudiante demuestre de manera individual los objetivos cognitivos hasta entonces alcanzados.

El hecho de realizar un examen oral da la oportunidad de retroalimentar a los estudiantes acerca de su comunicación escrita y sobre su aprendizaje, al conocer de su viva voz que es lo que quieren expresar con sus respuestas, además de que se puede corroborar el tipo de conocimiento construido por el estudiante.

2.3.4. Examen práctico

El examen práctico consiste en la realización de una actividad experimental por equipo, el docente asigna un objetivo a cada equipo con la finalidad que los estudiantes determinen un plan de acción para lograr dicho objetivo; es decir, los estudiantes deben de planear la actividad experimental para lograr el objetivo asignado. El objetivo asignado a los equipos debe de estar enfocado en que los estudiantes demuestren sus habilidades y destrezas para realizar mediciones y aplicar el conocimiento en una situación práctica. Una vez que los alumnos conocen el objetivo, éstos tienen dos semanas para planear, elaborar y realizar la actividad experimental y entregar un reporte escrito de dicha actividad que debe de considerar los siguientes puntos:

- Plan de trabajo (planeación de las acciones para lograr el objetivo).
- Dificultades, percances y correcciones a la planeación original.
- Resultados y conclusiones (qué cosas descubrieron, qué datos obtuvieron, etc. y con base en los resultados qué cosas pueden concluir los estudiantes).

Además, el día de entrega del escrito, cada equipo expone su reporte al profesor para que éste realice una sesión de preguntas a los estudiantes y con ella evaluar la consistencia y coherencia de su actividad experimental, las habilidades y destrezas para realizar mediciones y la aplicación de conocimientos para elaborar la actividad experimental. La evaluación de la parte individual y de equipo se realiza de manera similar que en el examen teórico.

Este examen da la oportunidad de corroborar habilidades y destrezas que adquirieron o desarrollaron los estudiantes en las actividades de aprendizaje y cómo lo relacionan con el conocimiento cognitivo. Algunas de las habilidades y destrezas relevantes en la asignatura de física son: la capacidad de poder analizar y evaluar los resultados de algún experimento o situación física real, el saber utilizar de manera eficaz y precisa instrumentos de medición, el poder colaborar con otros para un fin común.

2.3.5. Proyecto

El objetivo del proyecto es que los estudiantes determinen la forma en que pueden demostrar lo que aprendieron en la unidad temática o durante el semestre, en equipo o de manera individual, puede ser a través de un experimento, investigación documental, el diseño de algún juguete utilizando principios o conceptos físicos, etc. El docente puede dar ejemplos de actividades o trabajos que pueden realizar los estudiantes para demostrar lo aprendido durante la unidad temática o semestre basándose en los objetivos educativos, también los estudiantes pueden proponer algún proyecto, pero con la condición de que el docente dé el visto bueno para realizarlo. Se recomienda que la rúbrica de calificación del proyecto se elabore en conjunto con los estudiantes.

Cabe señalar que los aspectos que se evalúan y la forma en que influyen en la calificación, deben de quedar lo bastante claros a los estudiantes desde el inicio del curso, ya que estos fomentan y favorecen lo que el docente quiere que aprendan. Para que los alumnos comprendan la rúbrica de evaluación, se propone utilizar TAC's para el diálogo como *piensa, forma una pareja y comenta o rueda de ideas*, donde el profesor dé a la clase casos concretos en los cuales los estudiantes tengan que determinar la calificación según las reglas establecidas.

El docente debe considerar discutir con los alumnos el porcentaje proporcional que cada rubro tendrá en la calificación, esto con la intención de que los estudiantes comprendan el significado y lo que representa la calificación que obtengan al final. Lo recomendado en Barkley (2007) es que la parte en equipo tenga un tercio de la calificación y la parte individual dos tercios. También se propone que la proporción de la calificación de cada rubro, no sea menor al veinte por ciento.

En cada uno de los rubros propuestos se evalúan los objetivos generales de la estrategia didáctica, mencionados al inicio del capítulo. También se evalúan el VPA, el VEE, la autoeficacia con el diario de clase, el ambiente en el aula al considerar la colaboración de los estudiantes con su equipo, y las responsabilidades del rol asignado en la evaluación sumativa. Hay que destacar que a través de los rubros *examen teórico* y *examen práctico* se fomenta el vínculo estudiante-estudiante al promover la interacción de los alumnos a través de conseguir un objetivo común, el conocimiento.

En resumen, para abordar una determinada temática, la estrategia didáctica se divide en tres etapas: *fomento de factores del dominio afectivo; aplicación de actividades y evaluación*, donde cada etapa está presente en las siguientes y es el cimiento para las posteriores. En el cuadro 2.1 se muestran las funciones en el aprendizaje de cada etapa.

Cuadro 2.1: Etapas de la estrategia didáctica y las funciones esperadas en el aprendizaje.

Etapas	Funciones en el aprendizaje
<p>Etapa 1: Fomentar factores del dominio afectivo.</p> <p>En particular el VPA, el Ambiente en el aula, el VEE y la Autoeficacia del estudiante para aprender Física. Preparar al estudiante para construir su conocimiento.</p>	<p>Desvanecer posibles creencias y actitudes que mermen el aprendizaje del estudiante.</p>
<p>Etapa 2: Aplicar actividades para el aprendizaje de los contenidos.</p> <p>Las actividades utilizan técnicas de aprendizaje cooperativo, además de que deben de ser compatibles con el fomento de los FDA y al mismo tiempo contribuir al logro de los objetivos educacionales.</p>	<p>Favorecer un ambiente propicio para que el estudiante construya su conocimiento.</p> <p>Lograr que la mayoría de los estudiantes logren los objetivos educacionales planteados al inicio del curso.</p>
<p>Etapa 3: Evaluación.</p> <p>Se evalúa el cumplimiento de los objetivos de aprendizaje (específicos o generales) así como el fomento de los factores del dominio afectivo.</p>	<p>Mostrar al estudiante interés en su aprendizaje.</p> <p>Retroalimentar al estudiante sobre lo que ha aprendido.</p> <p>Retroalimentar al docente sobre el aprendizaje de los estudiantes (para mantener o modificar las actividades de enseñanza-aprendizaje futuras).</p>

En el siguiente capítulo se describe la implementación de la estrategia didáctica en grupos de bachillerato, así como los resultados de dicha implementación.

Capítulo 3

Aplicación: resultados y análisis

A continuación se describe la implementación de la estrategia didáctica propuesta en el capítulo anterior, en dos grupos de bachillerato en diferentes unidades temáticas, el propósito de la implementación fue corroborar la efectividad de la estrategia al verificar, por un lado, si los factores del dominio afectivo se fomentaron, y por otro, si los objetivos generales de la estrategia de enseñanza propuesta se alcanzaron a través del fomento de los factores del dominio afectivo y las actividades de enseñanza elaboradas.

Hay que recordar que los objetivos concretos de la estrategia didáctica son que los estudiantes: *construyan un conocimiento conceptual en las clases de física; desarrollen procesos cognitivos que sean de utilidad para la resolución de problemas teóricos y prácticos; y obtengan o desarrollen habilidades socioculturales que les permita un desenvolvimiento eficaz en lo que respecta al trabajo en equipo, además de que las utilicen para una sana convivencia en el salón de clases, escuela y en la sociedad.* Así mismo, los factores del dominio afectivo considerados para facilitar el logro de los objetivos mencionados son: el vínculo profesor-alumno (VPA), el vínculo estudiante-estudiante (VEE), el ambiente en el aula y la autoeficacia de los alumnos con respecto al aprendizaje.

Sin embargo, en la primera aplicación se hizo un énfasis especial en el VPA, debido a que no se encontraron estudios específicos acerca del vínculo profesor-alumno con la interpretación que se le da en el presente trabajo, por lo que sólo se consideraron los dos primeros objetivos generales de la estrategia didáctica en su primera implementación; además, para corroborar la efectividad de dicha estrategia, se tomaron en cuenta los siguientes puntos:

- Determinar de manera cualitativa y comparativa si la estrategia fomenta el VPA.
- Corroborar desde una perspectiva práctica la afirmación de que el VPA es un factor dinámico que tiene que ser fomentado constantemente por el profesor.
- Determinar de manera cualitativa y comparativa si el VPA favorece el aprendizaje de los estudiantes al facilitar el cumplimiento de los objetivos cognitivos de cada temática.

En lo que respecta a la segunda implementación se tomaron en cuenta los tres objetivos generales de la estrategia didáctica, así como todos los factores del dominio afectivo considerados para favorecer el aprendizaje de los estudiantes, el VPA, el VEE, el ambiente en el aula y la autoeficacia respecto al aprendizaje de la Física. Además, para determinar la efectividad de la estrategia, se tomaron en cuenta los siguientes puntos:

- Corroborar de manera cualitativa y comparativa si la estrategia fomenta los factores del dominio afectivo considerados.

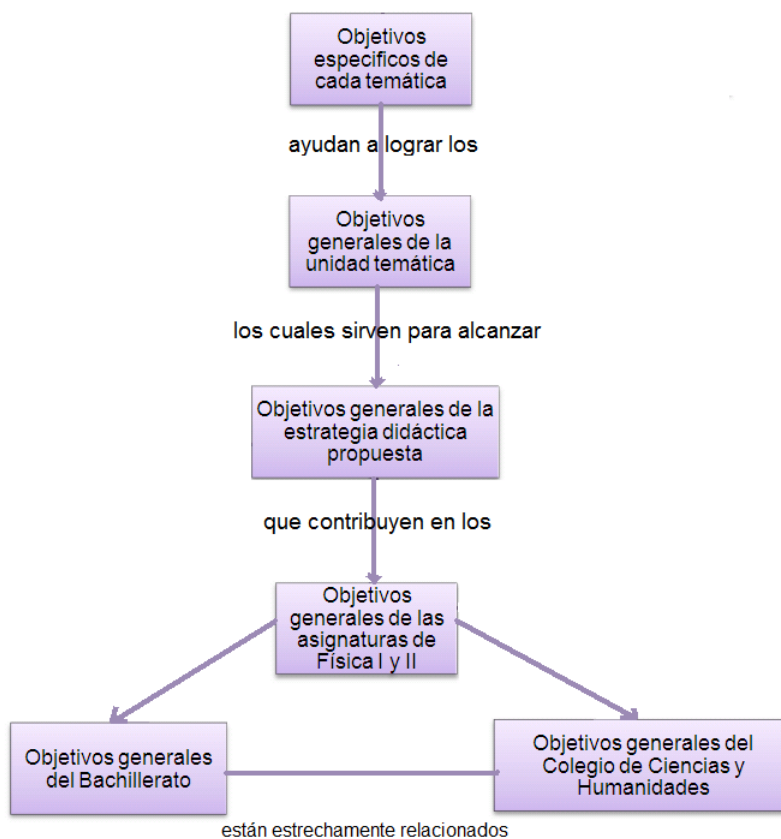
- Determinar de manera cualitativa y comparativa si los factores del dominio afectivo considerados favorecen el aprendizaje de los estudiantes al facilitar el cumplimiento de los objetivos cognitivos de cada temática.
- Verificar el cumplimiento de los objetivos generales de la estrategia didáctica.

En ambas aplicaciones se realizó una revisión del programa de estudios de la asignatura y, se plantearon diversos objetivos educativos, divididos en: objetivos generales del Colegio de Ciencias y Humanidades; objetivos generales de la asignatura; objetivos generales de la unidad temática; objetivos específicos por temática (consultar apéndice B). Esto con el fin de que no hubiera malos entendidos entre el profesor y los estudiantes con respecto a la temática tratada, el enfoque con la que se manejó el proceso de enseñanza-aprendizaje, los tiempos de estudio, la evaluación, asignación de la calificación, y sobre todo tener claro la contribución de las asignaturas de Física I y II en el perfil de egreso de los alumnos.

Cabe aclarar que los objetivos generales de las unidades así como los específicos por temática se plantearon utilizando la taxonomía de Anderson (2001). Estos objetivos se plantearon de tal forma que contribuyeran a lograr los objetivos generales de la estrategia didáctica que se planteó en el segundo capítulo y los objetivos generales de la asignatura, además de que fueran de lo más sencillo y básico, para los estudiantes, hasta lo más complicado y elaborado. Por otro lado se pudo corroborar que los objetivos generales del CCH de la UNAM están estrechamente relacionados con los objetivos generales del bachillerato dados por la SEP.

ESQUEMA 3.1

Orden y función de los objetivos educativos en las aplicaciones, comenzando de lo más básico a lo más complicado.



En la primera sección se describe la implementación de la estrategia en un grupo matutino de bachillerato, así como los objetivos perseguidos en la aplicación, los instrumentos utilizados para recabar evidencia e información y los resultados obtenidos. De la misma forma, en la segunda sección se describe la implementación de la estrategia de enseñanza en un grupo vespertino de educación media superior.

3.1. Primera implementación

En la primera implementación, la estrategia didáctica se aplicó a un grupo de 24 estudiantes de bachillerato. La institución donde se realizó la práctica fue el Colegio de Ciencias y Humanidades, UNAM, Plantel Vallejo turno matutino, con tres clases a la semana, dos de 2 horas y una de 1 hora. El periodo de aplicación fue de 4 semanas, durante los meses de abril y mayo del 2015. La temática abordada correspondió a la tercera unidad de Física II: Física y tecnologías contemporáneas, en los temas relacionados con el origen de la mecánica cuántica: cuerpo negro, ley de desplazamiento de Wien, efecto fotoeléctrico, espectros de emisión y absorción (EEA) y modelo atómico de Bohr.

ESQUEMA 3.2

Distribución del tiempo para abordar los temas

Semana	Temática	Tiempo en horas
1 ^{ra}	Cuerpo Negro y ley de desplazamiento de Wien	5
2 ^{da}	Efecto fotoeléctrico	5
3 ^{ra}	EEA y modelo atómico de Bohr	5
4 ^{ta}	Evaluación	5

Los objetivos educacionales perseguidos en esta implementación, fueron que los estudiantes:

- Construyan un conocimiento conceptual en las clases de Física.
- Desarrollen procesos cognitivos que sean de utilidad para la resolución de problemas teóricos y prácticos.

Además, para la evaluación de la efectividad de la estrategia didáctica, se tuvieron en consideración tres puntos importantes referentes al VPA y al aprendizaje de los estudiantes. El primer punto consistió en determinar de manera cualitativa y comparativa si la estrategia fomenta el VPA. La forma de evaluar el establecimiento del VPA en las temáticas correspondientes, fue mediante el análisis del diario de clase de cada estudiante. Se hizo un énfasis especial en el VPA en esta primera aplicación de la estrategia debido a que se considera que es un factor relevante, cuyo fomento facilita el aprendizaje de los estudiantes, además de que no hay estudios específicos acerca de vínculo profesor-alumno con la interpretación que se le da en el presente trabajo.

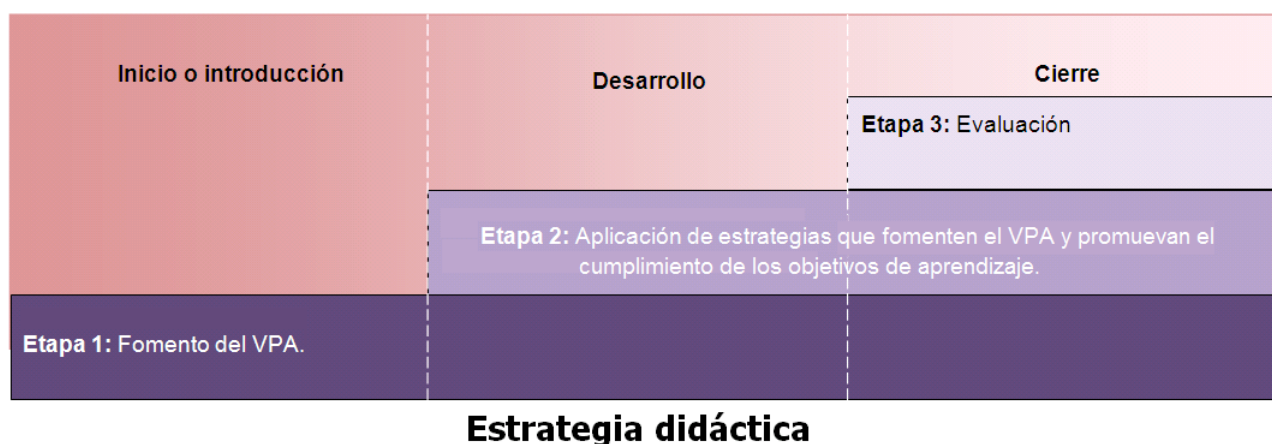
En segundo lugar se corroboró desde una perspectiva práctica la afirmación de que el VPA es un factor dinámico que tiene que ser fomentado constantemente por el profesor. En la temática correspondiente al efecto fotoeléctrico se aplicaron las actividades basadas en el aprendizaje cooperativo previstas, pero sin el fomento intencional del VPA por parte del docente; es decir, no se trató de involucrar emocionalmente a los alumnos en las clases, ni se mostró a los estudiantes que el objetivo del docente era el aprendizaje. Con esto, se esperaría una reducción importante en el porcentaje de alumnos en los que se estableció el VPA en la temática del efecto fotoeléctrico, comparado con los porcentajes obtenidos en los demás temas donde el docente fomentó intencionalmente el VPA; en caso de que el VPA no fuera un factor dinámico que hay que promover y renovar constantemente no existiría una diferencia notable en los porcentajes antes mencionados.

El tercer y último objetivo de la aplicación fue determinar de manera cualitativa y comparativa si el VPA favorece el aprendizaje de los estudiantes al facilitar el cumplimiento de los objetivos cognitivos de cada temática, al comparar el porcentaje de estudiantes que alcanzaron ciertos conocimientos y procesos cognitivos con el porcentaje de estudiantes en los que se estableció el VPA en cada temática.

La estrategia didáctica adaptada para enseñar los contenidos de la unidad de física y tecnologías contemporáneas, se planteó en tres fases: inicio o introducción, desarrollo y cierre. En la fase de desarrollo se abordaron los diversos temas. Las secuencias para enseñar cada tema se dividieron a su vez en tres fases, inicio o introducción, desarrollo y cierre, al igual que la secuencia didáctica particular de cada clase. Es importante mencionar que se implementaron de manera correspondiente las etapas 1, 2 y 3 de la estrategia didáctica propuesta en el capítulo dos, con las fases introducción, desarrollo y cierre, tanto de forma general como particular. Enseguida se describe el enfoque y las actividades realizadas en estas fases, destacando la forma en la que se aplicaron las etapas de la estrategia didáctica propuesta.

ESQUEMA 3.3

Representación pictórica de la adaptación de la estrategia didáctica para abordar el contenido temático



3.1.1. Descripción de actividades

Los estudiantes que participaron en la evaluación de la estrategia didáctica contaban con conocimientos básicos de electromagnetismo cuando se comenzó a trabajar con ellos, por lo que el enfoque que se adoptó fue el de la naturaleza de la luz, puesto que ya conocían que la luz era una onda electromagnética. Como inicio, para introducir a los alumnos a la unidad temática, el docente planteó en una discusión grupal las siguientes preguntas ¿cómo se origina la luz en la naturaleza? Y ¿cómo ésta interactúa con la materia? éstas fueron las cuestiones centrales y el detonador para abordar la temática. Además, se hizo alusión a la problemática que existía a finales del siglo XIX acerca de la naturaleza de la luz y su interacción con la materia, destacando las dificultades y contrariedades vividas por los científicos de aquel tiempo. En la discusión introductoria también se manejaron tres fenómenos referentes a la interacción de la luz con la materia presentes en la vida cotidiana, la reflexión, absorción y transmisión de la luz, explicando cada uno con ejemplos concretos: los colores de los objetos que se alumbran con luz blanca, los objetos translucidos o los objetos con un color oscuro o negro. Al final de la discusión grupal se centró la atención en la “incandescencia” de los objetos a altas temperaturas, mencionando su uso común (lámparas incandescentes) y destacando que los físicos de finales del siglo XIX conocían este fenómeno, pero no tenían la mas mínima idea de porque sucedía esto. La discusión sobre la incandescencia también fue la introducción al tema de cuerpo negro.

Hay que destacar que para fomentar el VPA, tanto para la parte introductoria de la unidad como en los temas de cuerpo negro y ley de Wien, se recurrió a situar a los alumnos en el contexto histórico, utilizando anécdotas particulares de los científicos involucrados, mostrándolos como seres humanos expuestos a dificultades; mediante diversos ejemplos llamativos se conectaron los conceptos con experiencias personales de los estudiantes o con problemáticas relevantes en la sociedad, además el docente mostró emociones de interés, curiosidad, sorpresa y alegría que los estudiantes compartieron mientras se abordaba la temática correspondiente, y durante la interacción docente-alumno el profesor estuvo pendiente de la comprensión de los estudiantes.

Cuerpo Negro y Ley de Desplazamiento de Wien

Una vez que se introdujo a los estudiantes al tema particular de cuerpo negro, se pasó a la fase de desarrollo donde se utilizó la TAC de grupos de discusión para que contestaran en equipo la siguiente pregunta como una actividad ¿Qué harías para saber que causa la incandescencia de los objetos? En los grupos de discusión, cada integrante del equipo aporta su punto de vista u opinión acerca de un tema o cuestión, además de que el profesor está pendiente de que la atención no se desvíe de la actividad y aporta ideas a los equipos si lo ve necesario. Al finalizar, cada equipo comentó su respuesta al grupo, el profesor enfatizó aquellos comentarios en los que se analizaba el comportamiento general de la radiación de los objetos incandescentes, de tal modo que la discusión se condujo a la necesidad de establecer un nuevo concepto, el de cuerpo negro. El concepto se construyó con ayuda del modelo de adquisición de conceptos (D. Eggen, 2009) que se divide en 5 etapas: presentación de ejemplos, generación de hipótesis, ciclo de análisis, cierre y aplicación. En la última etapa se presentaron ejemplos concretos de objetos o dispositivos que pueden encajar con el concepto de cuerpo negro, relatando la historia de su invención, en el caso de los dispositivos, y destacando las complicaciones que los inventores tuvieron para crearlos, esto fue el cierre parcial del tema de cuerpo negro.

Uno de los dispositivos mostrados a los estudiantes fue un foco incandescente conectado a un dimmer, que es un regulador de voltaje, para que observaran el cambio de color mientras aumenta la temperatura de la lámpara, esto se aprovechó para introducir a los estudiantes en el tema de la ley de desplazamiento de Wien, donde se explicó a los alumnos el comportamiento de la radiación con respecto a la longitud de onda, mostrando con ayuda de un CD que la luz emitida por el foco está compuesta por luz de diferentes longitudes de onda, y que mediante una gráfica de la intensidad de radiación contra la longitud de onda se podría describir el comportamiento de la radiación a diferentes temperaturas, correlacionando la intensidad de radiación con la sensación de calor que sentían al acercar su mano a la lámpara incandescente cuando ésta estaba encendida.

En la fase de desarrollo de la estrategia didáctica para enseñar la ley de Wien se planteó a los estudiantes la siguiente actividad, que consistió en contestar un conjunto de preguntas relacionadas con la ley de desplazamiento de Wien, usando la simulación “Espectro del Cuerpo Negro” descargada de la plataforma “Phet” de la Universidad de Colorado ¹, las preguntas estaban planteadas para que los estudiantes mediante la TAC grupos de discusión dedujeran cualitativamente el comportamiento del máximo de la curva formada al graficar la intensidad de radiación del cuerpo negro contra la longitud de onda con respecto a la temperatura. Terminada la actividad, a manera de cierre parcial, se les mostró y explicó la ecuación que representa la ley de Wien con el método de exposición-discusión (D. Eggen, 2009), describiendo las aplicaciones que se le da a dicha ley en instrumentos tales como pirómetros o termómetros ópticos, cámaras térmicas, y sus usos en la industria, seguridad, seguridad sanitaria y medicina.

¹<https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/blackbody-spectrum>

Acabada la explicación, se resolvieron diferentes problemas donde se tenía que aplicar la ley de Wien. El docente resolvió un problema enfrente del grupo, posteriormente cada equipo resolvió diferentes problemas y expuso sus respuestas frente al grupo, recibiendo retroalimentación de sus compañeros y del docente.

Para el cierre de la sección de cuerpo negro y ley de Wien, en una discusión grupal se mostró a los estudiantes que todo lo que se había visto en clase los científicos de mediados y finales del siglo XIX tardaron años en plantearlo, además de que con esto se caracterizaba el fenómeno de la incandescencia de los objetos a altas temperaturas, pero que con esto aún los físicos no podía determinar qué era lo que lo causaba, sabían que tenía que ver con los átomos y la interacción entre ellos, hasta que un físico llamado Max Planck propuso que la energía de vibración de los átomos del cuerpo negro es múltiplo entero de cada frecuencia emitida multiplicada por una constante “h”, la cual fue nombrada después como constante de Planck en su honor. Se discutió también que implicaciones tenía su hipótesis en la radiación del cuerpo negro y cómo otros trataron de predecir el mismo comportamiento sin muchos resultados.

Al final se les dejó investigar acerca de la vida de Planck, así como su contexto histórico-social, con el objetivo de mostrarles que además de ser un científico también era un ser humano con una vida y que, como todos, tuvo problemas, percances y triunfos. La información que recabaron se discutió al inicio de la siguiente clase.

Efecto fotoeléctrico

A diferencia de la temática de cuerpo negro y ley de Wien, para el tema de efecto fotoeléctrico no se fomentó intencionalmente el VPA en los estudiantes, ya que no se realizaron las actividades con una introducción anecdótica que presentará a las personas involucradas en el descubrimiento y explicación del efecto fotoeléctrico como seres humanos con un contexto histórico, social y cultural. Se utilizaron pocos ejemplos llamativos, no se relacionó la temática con su vida cotidiana, el docente no demostró su interés en que comprendieran al limitarse a aclarar las dudas de aquellos que lo cuestionaban sobre la temática, y aunque el docente siempre mostró una actitud alegre durante las clases, no mostró entusiasmo, curiosidad, interés en las sesiones donde se trató el tema de efecto fotoeléctrico. El docente sólo se limitó a que los estudiantes realizaran las actividades planeadas que se describen a continuación.

La introducción de la temática se realizó con la TAC rueda de ideas, donde los estudiantes tenían que responder en orden a la pregunta ¿qué es el efecto fotoeléctrico? con una palabra, expresión o enunciado corto, sin que se repitiera más de tres veces una palabra o expresión, el profesor categorizaba las respuestas en el pizarrón destacando aquellas que se acercaran a la descripción del efecto fotoeléctrico y a las variables físicas que lo describían, además de que la rueda de ideas sirvió para determinar los conocimientos previos de los estudiantes acerca del tema y considerarlos en el desarrollo de las siguientes actividades.

Para que los estudiantes comprendieran el efecto fotoeléctrico, en la fase de desarrollo se planteó una actividad con ayuda de la simulación digital del efecto fotoeléctrico, descargada de la plataforma Phet de la Universidad de Colorado², se les explicó a los estudiantes que aquella aplicación modelaba muy bien el fenómeno, en qué consistía cada parte y que variables se podía modificar.

La actividad consistió que en grupos de discusión contestaran qué ocurre con los electrones de la superficie del metal cuando: se hace incidir luz de diferentes longitudes de onda; dejando el haz en una longitud de onda donde no hay emisión de electrones y se varía la intensidad del haz; colocando el haz

²<https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/photoelectric>

en una longitud de onda donde hay emisión de electrones y se varia la intensidad del haz. Al finalizar la discusión cada equipo comentó sus respuestas al grupo, y con ayuda del docente describieron las características del efecto fotoeléctrico en el pizarrón.

Después mediante el método de exposición-discusión el docente explicó por qué el efecto fotoeléctrico no pudo ser explicado satisfactoriamente hasta suponer que la luz es una partícula cuya energía cinética es igual a la constante de Plank multiplicada por su frecuencia. Al finalizar, el docente enseñó a los estudiantes cómo aplicar esta hipótesis en la solución de problemas mediante instrucción directa (D. Eggen, 2009) para que enseguida solucionaran por equipo algunos de estos problemas utilizando la TAC de grupos de discusión, los alumnos expusieron sus respuestas al grupo para retroalimentación.

Para el cierre de la temática de efecto fotoeléctrico se realizó una actividad que fue una modificación a la TAC, celdas de aprendizaje, en ella cada equipo tenía que formular dos preguntas acerca de la temática vista y escribirlas, de tal forma que tenían que saber la respuesta de la primera pregunta, y la segunda tenía que ser formulada haciendo referencia a algo que no hubiera quedado claro o no hubieran entendido del tema. Después de escribir las preguntas, cada equipo las intercambió con otro equipo para que éste último respondiera las interrogantes, al finalizar hubo una retroalimentación entre los equipos referente a sus respuestas. El docente respondió frente al grupo aquellas preguntas que los estudiantes no pudieron responder, dando por terminado el tema.

Espectros de emisión y modelo atómico de Bohr

Al igual que en el tema de cuerpo negro y ley de Wien, en espectros de emisión y modelo atómico de Bohr el docente fomentó intencionalmente el VPA, como se describió anteriormente para el tema del cuerpo negro y la ley de Wien.

La introducción al tema se realizó planteando al grupo la pregunta ¿cómo identificarías un elemento químico? Cada equipo, mediante la TAC de grupos de discusión, elaboró una respuesta que expusieron al grupo, el profesor contextualizó sus respuestas con la metodología seguida desde los alquimistas de la edad media hasta los químicos del siglo XIX. Se comentó que existía un estancamiento debido a la metodología para la identificación de los elementos hasta que Gustav Kirchhoff junto con Robert Bunsen, idearon la base de lo que hoy en día se conoce como espectroscopía de materiales. Mientras se contaban anécdotas de estos científicos combinadas con la metodología y los instrumentos que crearon, mediante un experimento demostrativo se quemaron diferentes compuestos químicos fáciles de obtener, como el óxido de cobre o el hidróxido de sodio, exhibiendo el cambio de color en la llama del mechero de Bunsen, centrandó la conversación en que una manera muy precisa para identificar un elemento químico es analizar la luz de la flama que se genera al quemarlo. Después se abordó el concepto de espectro de emisión mostrando a los estudiantes diferentes espectros de emisión, denotando que cada elemento químico tiene un único espectro de emisión y que para generarlo existían diferentes métodos además de exponer los materiales al fuego.

En el desarrollo de la estrategia los estudiantes, por equipo, elaboraron un espectroscopio con un CD o DVD, el cual se utilizó para observar el espectro de emisión de una lámpara ahorradora, de un foco incandescente y el de la luz solar indirecta, como parte de la actividad fotografiaron con sus celulares cada espectro (ver Figura 3.1). Al finalizar la actividad se explicó el funcionamiento de la lámpara ahorradora, los beneficios que tiene en comparación con las lámparas incandescentes, así como sus usos en la industria del entretenimiento, en los hogares y e incluso en laboratorios de investigación para la esterilización de materiales.

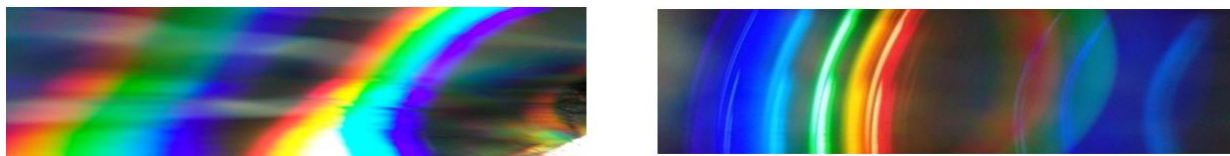


Figura 3.1: Fotografías tomadas por un equipo de estudiantes, del lado izquierdo se muestra el espectro de emisión del sol, y del lado derecho el espectro de emisión de una lámpara ahorradora que funciona con gas inerte.

El docente con el método de exposición-discusión señaló que a pesar de que a finales del siglo XIX los espectros de emisión eran bastante conocidos por los físicos y químicos de la época, no tenían idea del por qué se generaban, y que claramente la resolución de esta incógnita daría la pauta para responder las cuestiones que se plantearon al principio de la unidad. El profesor dirigió la discusión a que los estudiantes se fijaran que la respuesta a las incógnitas sobre el origen y la interacción de la luz con la materia está relacionada con la estructura del átomo, por lo que se les preguntó a los estudiantes sobre los modelos atómicos que conocían o habían escuchado hablar.

En la actividad que prosiguió a la exploración de las ideas previas, se utilizó una modificación de la TAC rompecabezas, durante esta actividad se le asignó a cada equipo un modelo atómico, el cual tenían que explicar en la siguiente clase a sus compañeros mediante un dibujo en el pizarrón que representara al modelo asignado (ver Figura 3.2). El docente dió indicaciones para que cada equipo realizara su dibujo en una sección del pizarrón, durante las explicaciones de los equipos sobre su modelo atómico, el profesor complementaba o corregía la información de una manera sutil y amable. Para finalizar el tema de espectros de emisión y modelo atómico de Bohr, mediante el método exposición-discusión el profesor explicó a los alumnos la importancia del modelo atómico propuesto por Bohr, al ser el primer modelo en dar una explicación sobre la naturaleza de los espectros de emisión, argumentando que este modelo predice muy bien el espectro de emisión del hidrógeno, lo que se aprovechó para que los alumnos resolvieran problemas acerca de la frecuencia de emisión del átomo de hidrógeno con el modelo atómico de Bohr.



Figura 3.2: En la fotografía de la izquierda se muestra a diferentes equipos realizando un dibujo del modelo atómico asignado, a su lado derecho se tiene la imagen de los dibujos al final de la actividad.

En el cierre de la unidad, mediante el método exposición-discusión el docente destacó los hechos relevantes que permitieron a Bohr proponer su modelo, así como algunas cuestiones que este modelo no pudo resolver, como el salto cuántico o que no predecía de manera precisa otros espectros de emisión, entre otros fenómenos que después se descubrieron, pero que, junto a los físicos de principios del siglo XIX, contribuyó a establecer los cimientos de lo que hoy se conoce como Mecánica Cuántica. Al final los alumnos vieron el documental “The quantum tamers: revealing our weird and wired future”

del Perimeter Institute for Theoretical Physics, traducido al castellano como “Revolución Cuántica”³, esto con la intención de que se dieran una idea de que lo visto en clase era solo el principio de algo mucho más extenso.

Cabe señalar que en todas las actividades descritas, los equipos elaboraron un portafolio de evidencias, el cual sirvió para la evaluación de los aprendizajes de los estudiantes. Además del portafolio, se consideró un examen con preguntas abiertas poder evaluar la estrategia didáctica, en el siguiente apartado se describe en que consistió el examen.

3.1.2. Resultados

Para evaluar el aprendizaje logrado por los estudiantes referente a la disciplina, se aplicó un examen al finalizar la estrategia (ver apéndice E). El examen es una adaptación del examen propuesto por Fragoso (2013), consiste en una serie de preguntas abiertas referentes a la temática tratada, así como a los diferentes tipos de conocimiento y procesos cognitivos. Se asignó un puntaje a cada pregunta, el cual es mostrado en la Tabla 2.4 del capítulo 2, la asignación del puntaje dependió del proceso cognitivo requerido para contestar la pregunta. De la serie de preguntas los alumnos escogieron en primer lugar, aquellas que no les resultaran difíciles de contestar y que tuvieran la seguridad de que su respuesta fuera correcta, con la restricción de que la suma de puntos de las preguntas en total diera 20, esto con el fin de que discriminaran aquellas preguntas que no tuvieran seguridad en contestar y no reflejaran lo que de verdad aprendieron. El examen se entregó por equipos una semana después, una vez entregado se realizó el examen oral a cada equipo, verificando en conjunto y de manera individual el tipo de conocimiento logrado por cada estudiante y los procesos cognitivos desarrollados, al mismo tiempo se retroalimentaba a los alumnos en su comunicación escrita y en los conocimientos que aprendieron.



Figura 3.3: Fotografías de los dibujos utilizados por los estudiantes en su examen oral para explicar sus respuestas.

Los resultados de la evaluación de la propuesta se muestran en las Tablas 3.1 y 3.2. En la Tabla 3.1, se muestra el porcentaje de estudiantes en los que se fomentó el VPA. En la Tabla 3.2 se muestra el porcentaje de estudiantes que desarrollaron diferentes conocimientos y procesos cognitivos.

TABLA 3.1: Porcentaje de estudiantes en los que se fomentó el VPA en la temática correspondiente.

Temática	% de estudiantes en los que se desarrolló el VPA
Cuerpo negro y ley de Wien	75.0
Efecto fotoeléctrico	8.3
EEA y modelo atómico de Bohr	79.2

³<https://www.youtube.com/watch?v=utueLAnykvw> (consultado el 14/11/16)

Para determinar el porcentaje de estudiantes en los que se favoreció el VPA, se analizaron cualitativamente los diarios de clase de cada estudiante en las temáticas correspondientes, se consideró que se desarrolló el VPA, en aquellos estudiantes cuyos comentarios reflejaron que se fomentó su disposición para aprender la temática y así como su aceptación del profesor como el mediador entre él y el conocimiento; algunos de estos comentarios fueron:

“Me gusto mucho la última clase por: el trabajo en equipo, pasar al pizarrón, los minutos de descanso... creo que si seguimos en un trabajo constante podremos llegar a obtener buenos conocimientos, muy buen trabajo maestro.”

“Me pareció que el profesor tiene una buena disposición para enseñarnos y estar en el grupo...”

“Esta primera clase con el maestro me pareció interesante... me gusto la clase, ya que nos da momentos para relajarnos y no sea tediosa, lo cual son buenas tácticas para un buen aprendizaje...”

Los cuales difieren de aquellos comentarios en los que se consideró que no se fomentó el VPA en el estudiante, algunos ejemplos de éstos son:

“Me sentí algo cansada y sin comprender... eran demasiadas ideas diferentes juntas sobre el mismo tema y ejemplo...”

“La clase la verdad no me gustó porque me confundió mucho y no le entendí, también me aburrí y me dio mucho sueño...”

Con los resultados de la Tabla 3.1, se pudo corroborar de manera cualitativa que la estrategia que se propone favorece el establecimiento del VPA, además de que éste es un factor dinámico que tiene que ser fomentado constantemente por el profesor, lo cual se ve reflejado en la disminución del porcentaje de estudiantes en los que se estableció el VPA en el temática del efecto fotoeléctrico.

TABLA 3.2: Dimensiones de conocimiento y procesos cognitivos que los estudiantes desarrollaron en la temática señalada.

Temática	Dimensión de Conocimiento	Procesos Cognitivos	% de estudiantes
Cuerpo negro y ley de Wien	Factual	Recordar	16.6
	Conceptual y procesal	Comprensión y aplicación	79.2
Efecto fotoeléctrico	Procesal	Aplicación y análisis	12.5
	Conceptual	Comprensión y aplicación	25.0
EEA y modelo atómico de Bohr	Conceptual y procesal	Comprensión y análisis	70.8
	Conceptual	Comprensión	8.3

En la Tabla 3.2 se presentan los resultados obtenidos al implementar la estrategia didáctica, relacionados al logro de los objetivos cognitivos considerados. Al comparar los porcentajes mostrados en las Tablas 3.1 y 3.2, se puede afirmar que el VPA es un factor que contribuye a facilitar el aprendizaje en los estudiantes, pero no es determinante para éste, dado que algunos estudiantes lograron un conocimiento procesal y conceptual sin el establecimiento del VPA. Sin embargo, el VPA es necesario para aumentar el porcentaje de estudiantes que logran un conocimiento conceptual con procesos cognitivos de comprensión y aplicación en temáticas referentes a la Física. Con la aplicación de la estrategia didáctica, se alcanzaron los dos objetivos docentes planteados al inicio, además de lograr objetivos cognitivos superiores a los que se pueden interpretar de manera literal en el programa de estudios del Colegio de Ciencias y Humanidades, dado que la demanda cognitiva que se requería de los estudiantes para la aplicación de la estrategia didáctica fue superior, esto se muestra en la Tabla 3.3.

Considerando los resultados mostrados en la Tabla 3.3, se pueden hacer la siguiente pregunta, ¿los programas de estudio del bachillerato general en las materias de Física de cada institución de educación media superior son acordes al potencial cognitivo de los estudiantes?

En seguida se describe la segunda implementación de la estrategia didáctica, considerando los cuatro factores de dominio afectivo: vínculo profesor-alumno, autoeficacia de los estudiantes referente al aprendizaje de la física, vínculo estudiante-estudiante y ambiente en el aula.

TABLA 3.3: Comparación entre las dimensiones de conocimiento y procesos cognitivos desarrolladas con la estrategia didáctica y lo que el programa de estudios del Colegio pide a los estudiantes referente a la temática correspondiente.

Temática	Lo que se obtuvo		Lo que pide el programa	
	Dimensión de Conocimiento	Procesos Cognitivos	Dimensión de Conocimiento	Procesos Cognitivos
Cuerpo negro y ley de Wien	Factual	Recordar	Factual	Identificar
	Conceptual y procesal	Comprensión y aplicación		
Efecto fotoeléctrico	Procesal	Aplicación y análisis	Factual	Comprender
	Conceptual	Comprensión y aplicación		
EEA y modelo atómico de Bohr	Conceptual y procesal	Comprensión y análisis	Factual y Conceptual	Comprender
	Conceptual	Comprensión		

3.2. Segunda implementación

En la segunda implementación, la estrategia didáctica se aplicó a un grupo de Física de bachillerato con 23 estudiantes. La institución donde se realizó la implementación fue el Colegio de Ciencias y Humanidades Plantel Vallejo turno vespertino, con dos clases de 2 horas a la semana, con un total de 12 clases durante los meses de septiembre y octubre del 2015, y tres clases extra, dos de dos horas y una de una hora, para la evaluación. La temática tratada correspondió a la segunda unidad de Física I: Fenómenos Mecánicos, en los temas relacionados con la mecánica clásica, cinemática y dinámica de una partícula, realizando la subdivisión presentada en el esquema 3.4 basada en el programa de estudios de la asignatura.

ESQUEMA 3.4
Temática tratada en la segunda implementación

Cinemática	Dinámica
<ul style="list-style-type: none"> • Magnitudes y unidades físicas • Marcos de Referencia <ul style="list-style-type: none"> – Partícula – Cantidad escalar y vectorial – Posición – Desplazamiento • Velocidad <ul style="list-style-type: none"> – Movimiento Rectilíneo Uniforme • Aceleración <ul style="list-style-type: none"> – Movimiento Uniformemente Acelerado 	<ul style="list-style-type: none"> • Fuerza • Leyes de Newton <ul style="list-style-type: none"> – Primera ley de Newton <li style="padding-left: 40px;">Momento lineal – Segunda ley de Newton – Tercera ley de Newton • Trabajo Mecánico

ESQUEMA 3.5
Distribución del tiempo para abordar los temas

Semana	Temática	Tiempo en horas
1 ^{ra}	Presentación y explicación de la forma de trabajo, Magnitudes y unidades físicas	4
2 ^{da}	Marcos de referencia	4
3 ^{ra}	Velocidad y Aceleración	4
4 ^{ta}	Velocidad, Aceleración y Fuerza	4
5 ^{ta}	Leyes de Newton	4
6 ^{ta}	Leyes de Newton y Trabajo Mecánico	4
7 ^{ma}	Evaluación	5

Los objetivos educacionales perseguidos en esta implementación fueron, que los estudiantes:

- Construyan un conocimiento conceptual en las clases de Física.
- Desarrollen procesos cognitivos que sean de utilidad para la resolución de problemas teóricos y prácticos.
- Obtengan o desarrollen habilidades socioculturales que les permita un desenvolvimiento eficaz en lo que respecta al trabajo en equipo, además de que las utilicen para una sana convivencia en el salón de clases, escuela y en la sociedad.

Además, para la evaluación de la efectividad de la estrategia didáctica, se tuvieron en consideración tres puntos importantes referentes a los factores del dominio afectivo y al aprendizaje de los estudiantes. El primer punto consistió en corroborar de manera cualitativa y comparativa si la estrategia fomenta los factores del dominio afectivo considerados. Para corroborar si la autoeficacia de los estudiantes a aprender Física y el ambiente en el aula se favorecieron con la estrategia, antes de comenzar y al finalizar la implementación de la estrategia, se aplicaron la Escala de Autoeficacia General y la Escala Breve de Clima de Clase. En lo que respecta a la corroboración del fomento del VPA y el VEE, se consideraron aspectos de la evaluación del rubro de participación como el diario de clase y la asistencia.

El segundo punto fue el determinar de manera cualitativa y comparativa si los factores del dominio afectivo considerados favorecen el aprendizaje de los estudiantes al facilitar el cumplimiento de los objetivos cognitivos de cada temática y los objetivos generales de la estrategia didáctica.

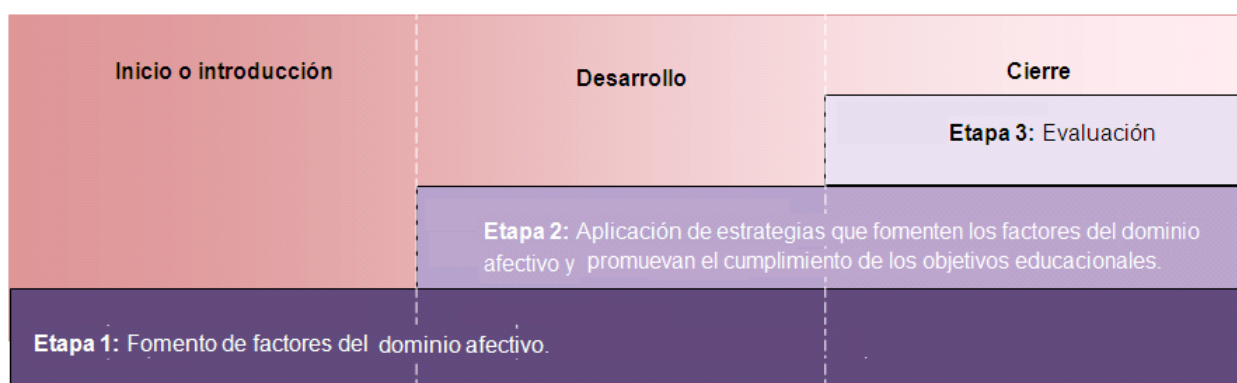
El tercer y último punto consistió en verificar el cumplimiento de los objetivos generales de la estrategia didáctica, para esto se consideraron todos los rubros de la evaluación sumativa participación, examen teórico, examen práctico y proyecto, así como la evaluación formativa que se llevaba a cabo en cada sesión.

3.2.1. Descripción de actividades

La estrategia didáctica adaptada para enseñar los contenidos de la unidad: Fenómenos Mecánicos, se planteó en tres fases: inicio o introducción, desarrollo y cierre. En la fase de desarrollo se abordaron los diversos temas. Las secuencias para enseñar cada tema se dividieron a su vez en tres fases: inicio o introducción, desarrollo y cierre, al igual que el plan de cada clase. En estas fases se aplicaron de manera respectiva las etapas de la estrategia didáctica que se proponen el segundo capítulo. Enseguida se describe el enfoque y las actividades realizadas en estas fases, destacando la forma en la que se establecieron las etapas de la estrategia didáctica propuesta.

ESQUEMA 3.6

Representación pictórica de la adaptación de la estrategia didáctica para abordar el contenido temático



Estrategia didáctica

La intervención en el grupo se llevó a cabo un mes después de iniciado el semestre escolar. En la primera clase, el docente explicó a los estudiantes el motivo de la intervención, así como lo que se esperaba de ellos. Para la explicación, el profesor se basó en los objetivos generales del Colegio, asignatura y unidad temática (ver apéndice B), los cuales están estrechamente relacionados con los tres objetivos generales de la estrategia. El docente también discutió con los estudiantes la evaluación sumativa y como se asignaría la calificación de la unidad, los rubros que se consideraron fueron: participación, examen teórico, examen práctico y un proyecto al finalizar la unidad (ver apéndice D para

más detalles). Durante la discusión se acordó el porcentaje que cada rubro tendría en la calificación de la unidad, así como los aspectos a considerar para asignar una puntuación. Después se aplicó a los estudiantes la Escala de Autoeficacia General (EAG), la Escala Breve de Clima de Clase (EBCC) y un cuestionario de exploración (ver apéndice B y C). El docente señaló a los estudiantes que tomaran el mes de clases que habían tenido en la asignatura, como referencia para contestar la EAG y la EBCC, esto con el propósito de tener una referencia de los factores evaluados y poder comparar con los resultados obtenidos al finalizar la intervención. Con respecto a la EAG, se indicó a los estudiantes que contextualizaran cada pregunta haciendo referencia a la asignatura de Física. El cuestionario de exploración sirvió para determinar a grosso modo la disposición a aprender de los estudiantes, así como parte de su contexto e intereses.

La EAG consiste en un cuestionario tipo Liker de 10 afirmaciones que presentan una escala del 1 al 10, donde 1 es totalmente en desacuerdo y 10 es totalmente de acuerdo. La EBCC fue propuesta y validada para población adolescente de habla hispana por López y Bisquerra (2013), consiste en un cuestionario tipo Liker compuesto por 11 ítems que presenta cuatro posibilidades de respuesta: nunca, a veces, con frecuencia, y siempre, mide 2 dimensiones: Cohesión de grupo y Conducción de grupo. La cohesión de grupo se subdivide en dos, satisfacción e involucración y cohesión entre iguales. La conducción de grupo se subdivide en tres: relación profesor-alumno, orden y organización y orientación a la tarea. Tanto la autoeficacia, como el ambiente del aula se evaluaron antes y después de la aplicación de la estrategia. Los resultados de los cuestionarios se muestran en la subsección de resultados.

Al finalizar la primera clase, el docente entregó a los estudiantes un examen diagnóstico con preguntas abiertas para que los estudiantes lo entregaran contestado una clase después (ver apéndice F). El examen tuvo la finalidad de determinar que conocimientos, procesos cognitivos o ideas previas tenían los estudiantes antes de comenzar la implementación de la estrategia, por lo que el docente comentó a los alumnos que era importante que trataran de contestar cada pregunta con detalle, aunque sus respuestas no fueran correctas. A los estudiantes que entregaran el examen diagnóstico con las indicaciones antes mencionadas, se les tomaría en cuenta la parte decimal de su calificación preliminar, si la parte decimal era de cuatro décimas o más, su calificación final sería el entero mayor más próximo a su calificación preliminar, y aquellos alumnos que no entregaran el examen con las condiciones antes mencionadas, su calificación final sería el entero que apareciera en su calificación preliminar sin tomar en cuenta la parte decimal.

Para mejorar la autoeficacia de los estudiantes con respecto al aprendizaje de la asignatura, el profesor diseñó los objetivos específicos tratando de ir de lo más sencillo y básico a lo más complejo, con la intención de que conforme se avanzara en la temática se ofreciera a los estudiantes logros de ejecución, esperando reforzar sus creencias de que son capaces de aprender Física con las actividades diseñadas, y al mismo tiempo lograr los objetivos específicos. El docente también procuró persuadir verbalmente a los estudiantes a lo largo de la aplicación para aumentar su autoeficacia, al reconocer las capacidades que tenían para aprender, así como sus logros en su aprendizaje, mostrándoles evidencias de ello.

El ambiente en el aula y el VEE, como se había dicho en el segundo capítulo, se fomentaron al utilizar el aprendizaje cooperativo como modelo didáctico. El ambiente en el aula se favoreció con la estructura de trabajo cooperativo en el aula, donde el profesor trató de provocar en los estudiantes la satisfacción de realizar las actividades de enseñanza-aprendizaje, a través de la organización y orientación hacia la tarea, la instrucción directa, el modelado de situaciones, o retroalimentando a los estudiantes sobre su trabajo en equipo durante las actividades. Para favorecer el VEE el docente utilizó en las actividades de enseñanza-aprendizaje alguna de las siguientes TAC: grupos de conversación, corrección por el compañero o equipos para exámenes.

En lo que respecta al VPA, el docente lo fomentó en los temas correspondientes a la cinemática al abordarlos con un enfoque social, haciendo alusión a problemas cotidianos o noticias relevantes donde la temática vista estuviera relacionada, también se recurrió a situar a los alumnos en el contexto histórico de Galileo Galilei, utilizando anécdotas particulares de su vida, mostrándolo como un ser humano expuesto a dificultades, mencionando sus contribuciones a la Física. Además el docente mostró emociones de interés, curiosidad, sorpresa y alegría que los estudiantes compartieron mientras se abordaba la temática correspondiente, y durante la interacción docente-alumno el profesor estuvo pendiente de la comprensión de los estudiantes. Las actividades utilizadas para que el estudiante lograra los objetivos cognitivos se describen en las secuencias didácticas mostradas en el apéndice E.

Para corroborar de manera cualitativa y comparativa la importancia del VPA en el aprendizaje de los alumnos, en la temática referente a las leyes de Newton y trabajo mecánico el docente no fomentó intencionalmente el VPA en los estudiantes, esto lo consiguió al descartar acciones importantes para el favorecimiento del VPA, como la forma anecdótica de introducir a los estudiantes a la temática, donde se presentará el contexto en el cual Newton desarrollo su teoría mostrando a los involucrados como seres humanos con un contexto histórico, social y cultural, así como la utilización ejemplos llamativos, además de que el docente no demostró su interés en que comprendieran, limitándose a aclarar las dudas de aquellos que lo cuestionaban sobre la temática, y aunque que el docente siempre mostró una actitud alegre durante las clases, no mostró entusiasmo, curiosidad, interés en las sesiones donde se trataron estos temas, el profesor se limitó a que los estudiantes realizaran las actividades planeadas basadas en el aprendizaje cooperativo (ver apéndice E), fomentando el ambiente en el aula necesario para una buena aplicación de las TAC que se utilizaron en las actividades, así como la autoeficacia de los estudiantes hacia el aprendizaje de la Física y el VEE.

Gracias a las evaluaciones diagnósticas realizadas en algunas sesiones y al examen diagnóstico, se pudo corroborar que los estudiantes que participaron en la evaluación de la estrategia didáctica tenían las preconcepciones e ideas alternativas reportadas en diversas investigaciones sobre la comprensión de los conceptos de la mecánica clásica por los estudiantes(D. Knight, 2004).

Para introducir a los estudiantes a la unidad temática, el docente planteó en una discusión grupal las siguientes preguntas: ¿qué causa el movimiento de un objeto? ¿todos los movimientos tienen una misma naturaleza? ¿hay diferentes movimientos que los objetos pueden tener? ¿se puede predecir la trayectoria de un objeto dadas unas condiciones iniciales? éstas fueron las cuestiones centrales y el detonante para abordar la temática. Durante la discusión el profesor anotaba las respuestas de los estudiantes en el pizarrón. Terminado lo anterior, el docente preguntó a los alumnos ¿cómo pueden estar seguros que lo que están diciendo es verdadero? Para contestar a la pregunta se formaron equipos informales y se aplicó la TAC grupos de discusión para que cada equipo formulara su respuesta, mientras tanto el docente daba ideas o ayudaba a cada equipo a sintetizar sus ideas, de tal forma que su respuesta estuviera relacionada o se enfocará hacia que para validar hipótesis, ideas, o teorías en la Física era necesaria la experimentación.

Ya que cada equipo expuso su respuesta, el profesor destacó la importancia de la experimentación en la Física y su abstracción matemática mediante algunas anécdotas de Galileo Galieí, mostrándolo como un ser humano en un contexto sociocultural propio, las dificultades que tuvo, entre otras cosas. Después, el docente planteó a los estudiantes un camino a seguir para determinar si las respuestas a las preguntas rectoras de la unidad eran correctas o no, por un lado se debía determinar cómo describir el movimiento de los objetos para poder verificar si existen diferentes tipos de movimientos (cinemática), y por otro lado, determinar qué es lo que causa un determinado movimiento (dinámica), teniendo siempre en cuenta la experimentación, esto dio inicio a la fase de desarrollo de la estrategia general.

Cinemática

La subtemática que se comenzó a tratar fue cinemática, el inicio de esta parte de la unidad se dio con la actividad “Unidades de Medida” mostrada en el apéndice E, en este apéndice se muestran los planes de clase que fueron utilizados en el desarrollo de esta subtemática del curso; cabe mencionar que las actividades en estos planes fueron diseñadas siguiendo los lineamientos de la etapa 2 de la estrategia didáctica propuesta en el segundo capítulo. En los planes de clase se indican los objetivos específicos con respecto al aprendizaje de los estudiantes, así como el objetivo de la o las actividades, el tiempo estimado de cada sección o actividad, algunas recomendaciones, comentarios sobre su aplicación en el grupo de estudiantes y algunas evidencias; cada plan de clase se divide en tres fases: inicio, desarrollo, cierre. Cabe recordar que en cada sesión descrita en los planes de clase, además de seguir las fases inicio, desarrollo y cierre, a la par el docente implementaba las tres etapas de la estrategia didáctica propuesta con las acciones anteriormente descritas.

Para el cierre parcial de cinemática, los estudiantes durante dos sesiones resolvieron diferentes problemas mediante las TAC: “grupos de discusión”, “celdas de aprendizaje”, “resolución de problemas por parejas” y una variante de “equipos de exámenes”, en estos problemas los estudiantes tenían que aplicar o implementar los conceptos que se habían visto en las sesiones anteriores; el docente durante estas sesiones utilizó “instrucción directa” para enseñar a los estudiantes métodos y algoritmos para poder resolver dichos problemas. Los problemas fueron diseñados de manera que aludieran a situaciones reales en la vida y que presentarían un trasfondo social; por ejemplo, algunos de los problemas hacían referencia a la seguridad vial, a por qué es importante no distraerse contestando el celular mientras se maneja, el peligro de conducir en estado de ebriedad, o ir a exceso de velocidad, un ejemplo de estos problemas se puede consultar en el apéndice F en el examen de Mecánica Clásica en la sección de problemas, éste habla de la distancia de detención de un automóvil.

Dinámica

Una vez terminada la subtemática de cinemática, el profesor retomó las preguntas realizadas al inicio de la unidad, haciendo notar a los estudiantes que con todo lo visto hasta entonces, se había podido dar una respuesta a la pregunta ¿hay diferentes movimientos que los objetos pueden tener? al describir 2 tipos de movimiento, el MRU y un el MUA. Después el docente mencionó las otras dos preguntas ¿qué causa el movimiento de un objeto? ¿todos los movimientos tienen una misma naturaleza? adaptandolas a la temática ya vista realizando las siguientes cuestiones a los estudiantes: ¿qué es lo que causa que un objeto tenga un MRU o un MUA? ¿ambos movimientos tienen la misma naturaleza? Con la TAC grupos de discusión los alumnos concluyeron sus respuestas. Cada equipo anotó su respuesta en una sección del pizarrón, durante la discusión de los equipos el docente orientó a los estudiantes para que en sus respuestas hablaran directa o indirectamente de una fuerza. Esto fue la fase de inicio de dinámica.

Después el docente enfocó la atención en el concepto de fuerza, para que los estudiantes verificarán si está era la causante de los MRU y de los MUA. Con la TAC rueda de ideas aplicada en los equipos, cada uno de los estudiantes mencionó en una pequeña frase o con una palabra lo que creía lo que era una fuerza, después los equipos con base en las ideas de sus integrantes, armaron una definición de lo que es una fuerza, al final de la actividad los equipo expusieron su definición. Mientras cada equipo daba su conclusión, el profesor enriquecía y destacaba ideas importantes, por ejemplo: la idea de que la fuerza es una interacción entre dos cuerpos, o es una cantidad física vectorial; dando así una conclusión acerca de lo que es una fuerza y su representación matemática como un vector.

Terminado lo anterior, el docente mediante instrucción directa enseñó a los estudiantes los diagramas de cuerpo libre y a sumar vectorialmente las fuerzas mediante dibujos a escala utilizando regla y transportador, dando oportunidad de que los estudiantes realizarán una serie de ejercicios en clase aplicando la TAC resolución de problemas por parejas, y mediante la TAC revisión por compañero se evaluarán entre ellos.

Una vez tratado el concepto de fuerza, el profesor prosiguió a abordar las leyes de Newton. Cabe recordar que para esta temática el docente dejó de fomentar intencionalmente el VPA en los estudiantes, al no considerar aspectos importantes para su favorecimiento, los cuales ya se han mencionado antes; sin embargo, el docente siguió favoreciendo los demás factores del dominio afectivo considerados en la estrategia propuesta en el segundo capítulo.

Para abordar la primera ley de Newton, el docente volvió a preguntar a los estudiantes ¿Por qué los objetos permanecen en movimiento rectilíneo uniforme? Su respuesta la anotaron en su cuaderno de manera individual. Después el profesor dio indicaciones para que los estudiantes experimentaran con un plano inclinado y una canica o un balón. La actividad consistió en colocar al final del plano inclinado diferentes superficies, como tierra, concreto o concreto pulido, por decir algunas, lo importante es que en las superficies existiera un contraste, de tal manera que se considerara de la más rugosa a la más lisa posible, y con ello observar el movimiento de la canica cuando llega a las diferentes superficies.

Los estudiantes realizaron observaciones por equipos de lo que pasa con el balón en cada caso, el profesor recomendó a los estudiantes medir la velocidad de la canica o balón en cada una de las superficies, así como fijarse en que tanto se desplazó el balón en cada superficie dejándolo caer desde la misma altura del plano inclinado.

Finalizado lo anterior, el docente indicó a los estudiantes que analizaran y argumentaran su respuesta inicial a la pregunta: ¿Por qué los objetos permanecen en movimiento rectilíneo uniforme? utilizando la TAC grupos de discusión y considerando las observaciones realizadas, además de que evaluaran si la respuesta inicial podía explicar sus observaciones, y que en caso contrario la modificaran y elaboraran una nueva respuesta. En la fase de cierre, cada equipo expuso sus conclusiones; el docente mediante una discusión de las conclusiones introdujo la primera ley de Newton, al determinar mediante las evidencias experimentales y la abstracción, que lo que ocasiona el MRU no es una fuerza sino otra propiedad llamada inercia.

Para abordar la segunda ley de Newton se utilizó el modelo indagatorio 5E, el cual se divide en 5 etapas: enganchar, explorar, explicar, elaborar y evaluar. Este modelo se aplicó utilizando un pequeño carrito, el cual estaba atado a un peso que se podía modificar, de tal forma que dicho peso al caer empujaba al carrito sobre la superficie de una mesa. Se utilizó a la par la TAC grupos de discusión y una variación de equipos de exámenes. Para el aprendizaje de la tercera ley de Newton, se realizaron experimentos demostrativos utilizando bandas elásticas y ligas, así como diferentes situaciones donde los estudiantes tuvieran que elaborar una representación pictórica y en ella colocar las fuerzas de acción y reacción y los agentes causantes de estas fuerzas, dichas actividades se realizaron con las TAC resolución de problemas por parejas y grupos de discusión.

En lo que compete al concepto de trabajo mecánico, el docente lo abordó con instrucción directa y con la TAC resolución de problemas por parejas, los estudiantes resolvieron diferentes ejercicios donde calcularon el trabajo realizado por diferentes fuerzas.

3.2.2. Resultados

Para evaluar si se logró establecer el VPA o el VEE en las temáticas, se hizo un análisis cualitativo del diario de clase, además de considerar las experiencias vividas por el docente en cada clase. Los resultados se muestran en la Tabla 3.5. En lo que respecta al ambiente en el aula y la autoeficacia de los estudiantes para aprender Física, como ya se ha mencionado, se aplicaron la EBCC y la EAG antes y después de la intervención. En la tabla 3.4 se muestran los resultados obtenidos.

Como se puede observar en la tabla 3.4, la estrategia didáctica mejoró el ambiente en el aula percibido por los estudiantes en cada una de las subdimensiones de este factor, desde un 20.8 % en la subdimensión “cohesión entre iguales” hasta un 38.82 % en lo que respecta a la subdimensión “satisfacción e involucración”, teniendo un porcentaje promedio total de mejora del 23.65 %. El porcentaje de mejora se calculó tomando como referencia la puntuación obtenida en la aplicación de la EBCC antes de la intervención, donde los estudiantes tomaron como referencia el mes de clases dado por el profesor titular del grupo.

TABLA 3.4: Resultados de las evaluaciones del ambiente en el aula y autoeficacia, antes y después de la aplicación de la estrategia didáctica.

	Ambiente en el aula					Auto- eficacia
	Cohesión de grupo		Conducción de grupo			
	Satisfacción e Involucración	Cohesión entre iguales	Relación profesor-alumno	Orden y organización	Orientación a la tarea	
Antes	2.37	2.74	2.90	2.32	2.23	8.19
Después	3.29	3.31	3.58	2.88	2.47	8.49
% de mejora	38.82	20.80	23.45	24.14	10.76	3.70

En la autoeficacia de los estudiantes para aprender Física, se obtuvo un porcentaje mínimo de mejora general del 3.70 % con respecto a lo obtenido en la EAG aplicada antes de la intervención. Analizando con un poco más de profundidad, al graficar el promedio de los resultados obtenidos al aplicar la EAG antes y después de la intervención (Figura 3.4), se puede observar que el promedio de respuestas obtenidas al final de la intervención se uniformizó comparado con los resultados obtenidos antes de la implementación de la estrategia, ya que los cambios en los promedios de las respuestas obtenidas en cada pregunta después de la aplicación, se encuentran en un intervalo que va desde 8.05 a 8.81, 0.76 de diferencia, mientras que en los resultados de obtenidos antes de la aplicación, el promedios de las respuestas obtenidas en cada pregunta se encuentra en un intervalo que va de 7.53 a 9.05, cuya diferencia entre el promedio más alto y el más bajo fue de 1.52, siendo el doble que el tamaño del intervalo después de la intervención en el grupo. Con esto, se puede decir que la influencia de la estrategia didáctica en la autoeficacia de los estudiantes para aprender Física tiene que ver con el mejoramiento de la consistencia de este factor en los estudiantes.

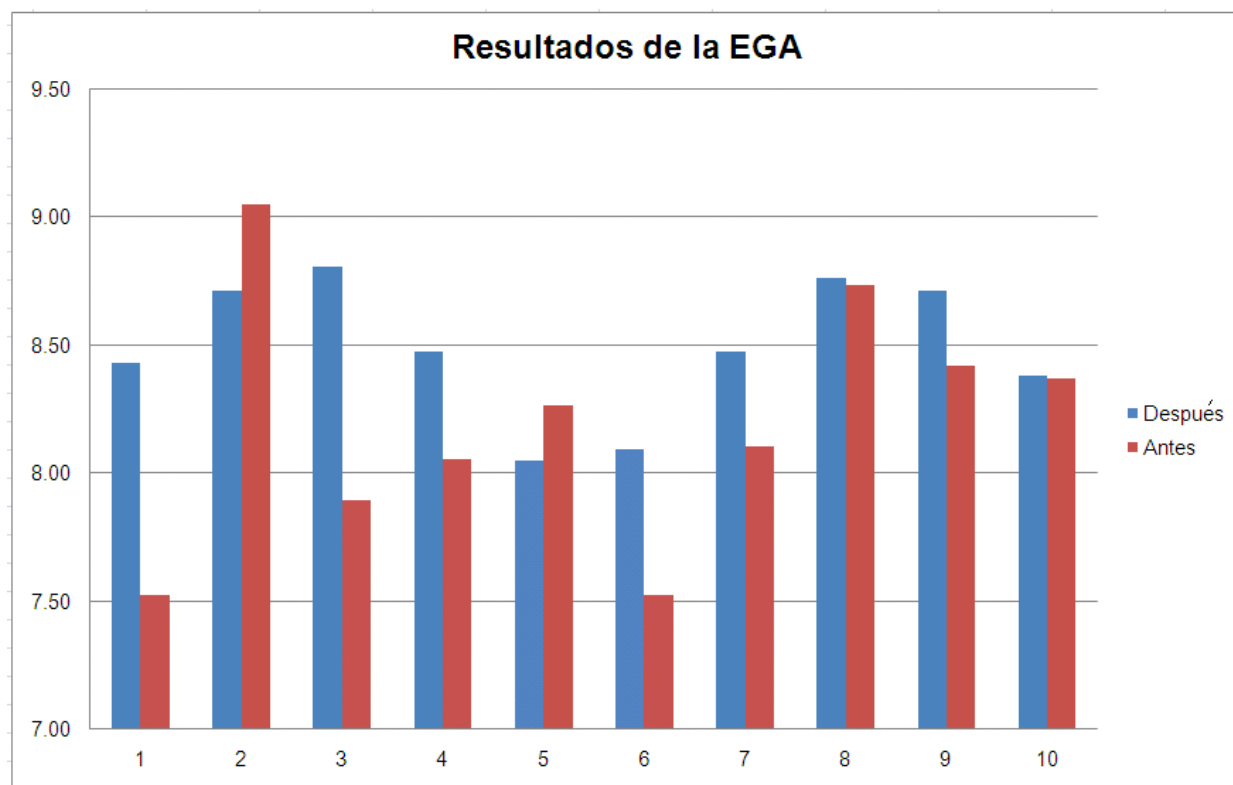


Figura 3.4: Gráfica realizada con los promedios de los datos obtenidos en cada pregunta de la EAG antes y después de la intervención.

Para evaluar el aprendizaje de la disciplina, además de tener como referencia el portafolio de evidencias individual y del equipo, se aplicaron dos tipos de exámenes uno teórico y otro práctico al finalizar la aplicación, siguiendo lo que se describe en la sección de evaluación del segundo capítulo. El examen teórico consistió en una serie de preguntas abiertas referentes a la temática tratada, así como a los diferentes tipos de conocimiento y procesos cognitivos (ver apéndice F). Se asignó un puntaje a cada pregunta, la asignación dependió del proceso cognitivo requerido para contestarla. De la serie de preguntas, con el fin de que los estudiantes seleccionaran aquellas preguntas que reflejaran lo que de verdad aprendieron, se les impuso la restricción de que la suma de puntos de las preguntas diera 25, así como la recomendación de que escogieran aquellas que no les fueron difíciles de contestar y tuvieran la seguridad de que su respuesta fuera correcta. El examen se entregó por equipos una semana después. Para corroborar que el estudiante logró el aprendizaje reflejado en el examen escrito, se realizó una entrevista a cada equipo referente a sus respuestas, verificando de manera individual el tipo de conocimiento logrado por cada estudiante y los procesos cognitivos desarrollados.

Para el examen práctico se repartieron 3 diferentes objetivos a los equipos, donde cada equipo tenía que concretar uno de ellos. Los objetivos se pueden consultar en el apéndice F. También se consideró el rubro “proyecto” para evaluar el aprendizaje de la disciplina. Después de que el docente discutió, habló y propuso diferentes actividades a cada equipo para que demostraran lo que habían aprendido durante la aplicación, más del 80% de los estudiantes optó por desarrollar un cuento, anécdota o ensayo de manera individual, en dicho escrito tuvieron que usar al menos diez conceptos vistos en la clase de manera implícita o explícita para obtener la máxima puntuación. El uso de cada concepto tenía que ser acorde con la interpretación que se le da en Física, se acordó también que la extensión mínima del escrito fuera de dos cuartillas. La manera de evaluar y calificar dicho escrito consistió en que a partir de diez puntos, se restaría un punto por la utilización de algún concepto de manera errónea o por la falta de conceptos en el escrito; por ejemplo, si en el escrito sólo se utilizaron

siete conceptos en lugar de diez, la calificación máxima que podría tener el trabajo sería de siete. Por otro lado si en un escrito utilizaron los diez conceptos pedidos, pero dos de ellos se interpretaron de manera errónea en el contexto de la Física, la calificación del trabajo sería de ocho. Un ejemplo de un concepto mal utilizado es el siguiente: “Alberto al saber sobre el accidente comienza a llorar con gran fuerza” aquí la palabra fuerza hace referencia a la intensidad del llanto del sujeto, más que a la interacción entre dos cuerpos, por lo que el concepto está mal utilizado al no hacer referencia a su significado en Física. Los resultados de la evaluación de la parte cognitiva se muestran en la Tabla 3.5.

Cabe mencionar que los resultados del examen diagnóstico realizado a los estudiantes al iniciar la intervención fueron poco relevantes, pues reflejaron lo que en las investigaciones reportan acerca de las concepciones previas y de los niveles conceptuales y procedimentales con los que cuentan la mayoría de los estudiantes de Física (D. knight, 2004), algunos de estos son: errores conceptuales, poco o nulo manejo de la terminología de la disciplina, teniendo sólo conocimiento factual y procesal con procesos cognitivos de identificación y aplicación, entre otros aspectos.

Se puede decir, con base en los porcentajes mostrados en las últimas columnas de la Tabla 3.5, que en la temática correspondiente a cinemática y al tema de fuerza, la estrategia didáctica que se propone efectivamente fomenta el VPA, y en menor medida el VEE. Con respecto al VPA, se esperaban estos resultados, ya que el docente fomentó intencionalmente este factor al abordar estos temas, mientras que en los temas relacionados con las leyes de Newton y trabajo mecánico, donde el docente no fomentó intencionalmente el VPA, hubo una disminución importante en el porcentaje de estudiantes en los cuales se estableció el VPA, sin embargo no fue tan drástica como en la primera implementación de la estrategia didáctica, ya que la diferencia máxima obtenida entre el porcentaje de estudiantes en los que el docente fomentó el VPA de manera intencional y el porcentaje de los alumnos en los que se estableció el VPA sin que el docente lo favoreciera de manera intencional, fue de 70.9 %, mientras en la segunda implementación la diferencia del mismo porcentaje fue de 60.9 %, un 10 % menos, esto se puede explicar teniendo en cuenta que el profesor favoreció otros factores del dominio afectivo diferentes al VPA. El factor más relevante y que según los resultados obtenidos se favoreció mayoritariamente en los temas donde no se fomentó el VPA, es el ambiente en el aula, por lo que se puede decir que el ambiente en el aula facilita el fomento del VPA, por lo que estos factores están relacionados.

En la Tabla 3.5 sólo se muestra el porcentaje de estudiantes que alcanzaron un conocimiento conceptual en los temas correspondientes, junto con el porcentaje de los estudiantes que desarrollaron los procesos cognitivos de comprensión o aplicación con el conocimiento conceptual. Sólo se reportó el conocimiento conceptual y los procesos cognitivos relacionados con él, debido a la relevancia que esta información tiene con la corroboración de los objetivos generales de la estrategia didáctica.

Al observar la tabla 3.5 se puede notar un porcentaje importante de estudiantes que tuvieron un conocimiento conceptual en las temáticas donde no se fomentó intencionalmente el VPA, esto se puede explicar al tener en cuenta que el profesor en esas temáticas también favoreció otros factores del dominio afectivo, donde el ambiente en el aula se mejoró de una manera relevante, por lo que se puede relacionar el porcentaje de estudiantes que alcanzaron un conocimiento conceptual con la mejora del ambiente en el aula, basando esta afirmación en los resultados obtenidos y en estudios que relacionan el ambiente en el aula con el rendimiento académico de los estudiantes (López, 2012). Sin embargo, el porcentaje de estudiantes que alcanzaron un conocimiento conceptual sin el fomento intencional del VPA, es menor al porcentaje de los alumnos que desarrollaron un conocimiento conceptual en las temáticas donde se fomentó el VPA, destacando la importancia de este factor.

TABLA 3.5: Se muestra solamente el porcentaje de estudiantes que lograron un conocimiento conceptual al finalizar la intervención, junto con los procesos cognitivos alcanzados y el porcentaje de estudiantes que desarrollaron dichos procesos en los temas indicados. En las últimas columnas se muestra el porcentaje de estudiantes en los que se desarrolló el VPA y el VEE en la temática correspondiente.

Temática		% de estudiantes que lograron un conocimiento conceptual	Procesos cognitivos desarrollados	% de estudiantes	% de estudiantes VPA	% de estudiantes VEE
Cinemática	Magnitudes y unidades físicas	65.2	Comprensión	65.2	82.6	0
			Aplicación	47.8		
	Marco de Referencia. Partícula. Posición. Desplazamiento. Cantidad vectorial y escalar.	91.3	Comprensión	91.3	91.3	0
				Aplicación		
	Velocidad, MRU.	91.3	Comprensión	91.3	91.3	39.1
				Aplicación		
Aceleración, MUA.	17.4	Comprensión	17.4	86.9	39.1	
Dinámica	Fuerza	86.9	Comprensión	86.9	78.1	8.7
	Primera ley de Newton	65.2	Comprensión	65.2	34.7	0
	Segunda ley de Newton	65.2	Comprensión	65.2	39.1	0
				Aplicación		
	Tercera ley de Newton	60.6	Comprensión	60.6	30.4	0
	Trabajo Mecánico	30.4	Comprensión	30.4	43.4	4.3

De los resultados obtenidos se puede decir que, el VPA y el ambiente en el aula son factores que ayudan a facilitar el aprendizaje del conocimiento conceptual de la Física; sin embargo su fomento no es una condición suficiente para que el estudiante aprenda, ya que también depende de las actividades que se implementen para enseñar la temática y de otros factores. Por ejemplo en la temática del MUA sólo el 17.4 % logró el aprendizaje conceptual aun cuando, en el 86.9 % de los estudiantes se fomentó el VPA y en el 39.1 % el VEE, lo cual indica que se necesita diseñar y aplicar actividades adicionales para que los alumnos aprendan el concepto de aceleración, lo comprendan y lo puedan aplicar. Sin embargo, para lograr que un alto porcentaje consiga un conocimiento conceptual, debe de existir un fomento de los factores del dominio afectivo en la mayoría de los estudiantes, principalmente del VPA y el ambiente en el aula.

La recopilación de datos acerca del porcentaje de estudiantes en los que se fomentó el VPA y el VEE fue dicotómica al considerar solamente dos conjuntos posibles, los estudiantes en los que se fomentó el VPA (o el VEE) y el conjunto de alumnos en los que no se logró establecer, por lo que en futuros estudios se puede realizar una escala del VPA y del VEE para poder tener información más detallada del fomento de estos factores, así como sistematizar la toma de datos; por otro lado el instrumento de evaluación de la autoeficacia no estaba diseñado específicamente para el contexto de la enseñanza de la Física, por lo que para futuros trabajos sería recomendable elaborar y validar una escala de autoeficacia centrada en el aprendizaje de la Física.

Con lo anterior se puede afirmar que el primer objetivo general de la estrategia didáctica, que tiene que ver con que los estudiantes construyan un conocimiento conceptual en las clases de Física, se alcanzó al tener un porcentaje de estudiantes mayor al 65 % que lograron un conocimiento conceptual en la mayoría de los temas tratados, aunque hay que ajustar la secuencia didáctica para mejorar los resultados en lo que compete al conocimiento conceptual del tema de aceleración y al de trabajo mecánico.

En lo que compete al segundo objetivo, que los estudiantes desarrollen procesos cognitivos que sean de utilidad para la resolución de problemas teóricos y prácticos, los procesos cognitivos desarrollados en los estudiantes con el conocimiento conceptual fueron: comprensión y aplicación, predominando el de comprensión. Estos procesos son la base para poder solucionar problemas tanto teóricos como prácticos a un nivel conceptual, cabe mencionar que en los otros tipos de conocimiento, factual y procesal, el 82.6 % de los estudiantes alcanzaron procesos cognitivos de aplicación y análisis en diferentes temas, y el 34.4 % de los alumnos desarrollaron procesos de evaluación en conocimientos factual y procesal. Los procesos cognitivos desarrollados por los estudiantes en los diversos tipos de conocimiento, les pueden ser de gran utilidad para la resolución de problemas teóricos y prácticos, por lo que el segundo objetivo general de la estrategia didáctica propuesta se logró en esta implementación.

Con respecto al tercer objetivo general de la estrategia didáctica, el cual tiene que ver con que los estudiantes obtengan o desarrollen habilidades socioculturales que les permita un desenvolvimiento eficaz en lo que respecta al trabajo en equipo, además de que las utilicen para una sana convivencia en el salón de clases, escuela y en la sociedad, se cumplió al observar el desarrollo de los alumnos con respecto a su trabajo en equipo en los diferentes rubros de la evaluación.

Al tener buenos resultados de las implementaciones de la estrategia didáctica propuesta, se puede decir que la estrategia didáctica que se propone es una buena opción para resolver parte de la problemática específica expuesta en el primer capítulo de este trabajo.

Conclusiones

En el presente trabajo se tomaron en cuenta factores como el ambiente en el aula, la autoeficacia del estudiante para aprender física, el vínculo profesor-alumno y el vínculo estudiante-estudiante, para el planteamiento de una estrategia didáctica que ayude a resolver una de las problemáticas principales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física en el Bachillerato, la cual alude a las creencias y actitudes de los estudiantes hacia la Física y su aprendizaje.

El ambiente en el aula y la autoeficacia son factores bastante estudiados en la literatura. Sin embargo, no ocurre lo mismo con el vínculo profesor-alumno y el vínculo estudiante-estudiante, ya que dichos factores se reinterpretaron y se consideraron como algo diferente a lo tratado normalmente en estudios sobre las interacciones profesor-alumno y estudiante-estudiante, mientras que en la mayoría de los casos en el VPA y el VEE las relaciones entre los individuos son causadas por su interacción como personas para después buscar construir el conocimiento en uno de ellos, en el presente trabajo las relaciones son causadas por la búsqueda del conocimiento.

Por otro lado, la estrategia didáctica efectivamente fomenta el VPA en un gran porcentaje de estudiantes, también propicia un ambiente en el aula adecuado para el aprendizaje y, en menor medida, favorece el VEE y la autoeficacia de los estudiantes con respecto al aprendizaje de la Física en las temáticas tratadas. En la práctica docente, se encontró que el VPA es necesario para facilitar el aprendizaje en un alto porcentaje de estudiantes, y que el fomento de los factores del dominio afectivo, acompañados de un modelo didáctico efectivo para enseñar el contenido disciplinar promueve de manera observable el aprendizaje del conocimiento conceptual de la física. También se corroboró que con la estrategia didáctica que se propuso se lograron los objetivos generales del trabajo en un porcentaje aceptable de estudiantes.

La forma de evaluar el VPA y el VEE fue dicotómica, al considerar dos posibles conjuntos de estudiantes, aquellos en los que se fomentó el VPA (o el VEE) y aquellos en los que no se logró establecer. En futuros estudios se puede considerar un conjunto difuso para realizar una escala del fomento del VPA y del VEE, y con ella obtener diferentes niveles de fomento de estos factores, así como información más detallada. Estas escalas permitirían recopilar datos acerca del establecimiento del VPA y del VEE de manera sistemática. Por otro lado, para medir la autoeficacia de los estudiantes con respecto al aprendizaje de la Física se utilizaron instrumentos existentes, los cuales arrojaron información general, sería recomendable elaborar y validar una escala de autoeficacia centrada en el aprendizaje de la Física que proporcione en futuras investigaciones, resultados más específicos en la medición de la autoeficacia de los estudiantes con respecto al aprendizaje de la Física.

Otra manera de evaluar la contribución de los factores del dominio afectivo mencionados, es usar el recurso de un grupo testigo, para comparar el aprendizaje entre dos grupos, uno en el que se aplique la estrategia completa, tal como se mostró en este trabajo y otro en el que se desarrollen las secuencias didácticas de los mismos temas, sin usar los recursos que fomentan el VPA, el VEE, la autoeficacia o el ambiente en el aula, esto permitiría corroborar la conclusión de que los factores del

dominio afectivo son necesarios para facilitar el aprendizaje a un porcentaje alto de estudiantes. Para poder desarrollar una estadística confiable que sirva para validar los instrumentos de evaluación y corroborar su confiabilidad, es necesario aplicar la estrategia didáctica a un número mayor de grupos.

En el presente trabajo se mostró la importancia de considerar el VPA como un factor del dominio afectivo que puede de manera sustancial facilitar la construcción del conocimiento de la Física en un alto porcentaje de estudiantes; sin embargo puede resultar difícil fomentar el VPA en algunos alumnos, pues existen otros factores que el profesor no puede controlar y que merman el VPA al influir directamente en los estudiantes, como lo es el contexto sociocultural. Se concluye que para mejorar la docencia de la Física es importante considerar la relación de los factores del dominio afectivo y cognitivo en el proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que el descuido de alguno de estos dominios puede dificultar en gran medida el aprendizaje de los estudiantes.

Referencias Bibliográficas

- Acevedo Álvaro Raziel (2003). *Factores que inciden en la competencia docente universitaria*. memoria para obtener el grado de doctor, Facultad de Educación, Universidad Complutense, Madrid, España.
- Aguado Luis (2005), *Emoción, afecto y motivación: Un enfoque de procesos*. Madrid: Alianza Editorial.
- Allidière Noemí (2004), *El vínculo profesor-alumno: una lectura psicológica*. Buenos Aires, Argentina: Biblos.
- Alonso Marcelo y Finn Edward J. (1967). *Fundamental University Physics, Volume I: Mechanics*. U.S.A.: Addison-Wesley Iberoamérica.
- Bain K. (2004). *What the Best Collage Teacers Do*. Massachussetts, U.S.A.: Harvard University Press. Versión en castellano: *Lo que hacen los mejores profesores universitarios*, Valencia, España: publicaciones de la Universidad de Valencia.
- Bandura, A. (1986). *Pensamiento y Acción*. Barcelona, España. Traducción: Martínez Roca.
- Barkley Elizabeth F., Cross K. Patricia y Major Claire Howell (2007). *Técnicas de aprendizaje colaborativo: Manual para el profesorado universitario*. Madrid, España: Ediciones Morata.
- Bisquerra Alzina Rafael (2000). *Educación emocional y bienestar*, Barcelona: Praxis.
- Bloom, Benjamín. et al. (1989). *Taxonomía de los objetivos de la educación: la clasificación de las metas educacionales : manuales I y II*. México: El Ateo.
- Brady Michael Jack et al (2014). The Synergistic Effect of Affective Factors on Student Learning Outcomes. *Journal of Resarch in science teaching*, 51(8), 1086-1101.
- Bureau Internacional des Poids et Mesures
<http://www.bipm.org/en/measurement-units/base-units.html>
<http://www.bipm.org/en/measurement-units/>
consultado el 27/07/2016.
- Burin D.I. (2002). Cognición y emoción: una visión neurocognitiva. *Subjetividad y Procesos Cognitivos*, Argentina, 19-33.
- Caballero, A., Blanco, L. J. y Guerrero, E. (2007), *Las actitudes y emociones ante las Matemáticas de los estudiantes para Maestros de la Facultad de Educación de la Universidad de Extremadura, comunicación presentada en el Grupo de Trabajo “Conocimiento y desarrollo profesional del profesor”*, en el XI SEIEM.
- Camargo et al (2007). Concepciones alternativas sobre reposo y movimiento: modelos históricos y deficiencia visual. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(2), 171-182.

- Carrascosa Alís J., Gil Pérez, D., Valdés Castro, P. (2005a). El problema de las concepciones alternativas, hoy. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, (18), 41-63.
- Carrascosa Alís Jaime (2005b). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte I). Análisis sobre las causas que la originan y/o mantienen. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 2(2), 183-208.
- Cervantes E. y Gutiérrez P. (2014). *Actitudes de los estudiantes de bachillerato ante la educación científica*, Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación, Buenos Aires, Argentina.
Recuperado de <http://www.oei.es/congreso2014/memoriactei/841.pdf>
- Contreras Francoise et al (2005). Autoeficacia, ansiedad y rendimiento académico en adolescentes. *Perspectivas en Psicología*, 1(2), 183-194.
- Corona Cruz Adrián (2010). Opciones Newtonianas de estudiantes no-Newtonianos, análisis de alumnos Universitarios: FCI. *Latin american Journal of Physics Education*, 4(2).
- D. Eggen Paul and P. Kauchk Donald (2009). *Estrategias docentes: Enseñanza de contenidos curriculares y desarrollo de habilidades de pensamiento*. México: Fondo de Cultura Económica.
- D. Knight Randall (2004). *Five easy lessons: Strategies for successful Physics Teaching*. U.S.A.: Addison Wesley.
- Delors, J. et al. (1996). *La educación encierra un tesoro*. Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la Educación para el Siglo XXI, Ediciones UNESCO.
- Dirección General del Bachillerato, DGB, SEP.
<http://www.dgb.sep.gob.mx/>
Consultado el 27/07/2016.
- Docktor Jennifer L. and Mestre José P. (2014). Synthesis of discipline-based education research in physics. *Physical Review Physics Education Research*, 10(2), 1-58.
- Ertmer Peggy and Newby Timothy (1993). Behaviorism, Cognitivism, Constructivism: Comparing critical features from an instructional design perspective. *Performance Improvement Quarterly*, 6(2), 50-71.
- Espada José, González María, Orgilés Mireia, Carballo José Luis y Pisqueras José Antonio (2012). Validación de la Escala de Autoeficacia General con adolescentes españoles. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 10(1), 335-370.
- Garbanzo Vargas Guiselle María (2007). Factores asociados al rendimiento académico en estudiantes universitarios: una reflexión desde la calidad de la educación superior pública. *Revista Educación*, 3(1), 43-63.
- García Cabrero Benilde (2009). Las dimensiones afectivas de la docencia. *Revista Digital Universitaria*, 10(11).
- Gil Pérez D., Martínez Torregrosa J. y Senent Pérez F. (1988). El fracaso en la resolución de problemas de Física: Una investigación orientada por nuevos supuestos. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 131-146.
- Gómez Sandra (2014). La evaluación formativa como promotora del aprendizaje significativo en Física. Tesis para obtener el grado de maestra en docencia para la educación media superior (Física), Facultad de Ciencias, UNAM.

- Hauloun Ibrahim and Hestenes David (1985). The inicial knowledge satte of collage physics students. *American Journal of Physics*, 53(11), 1043-1055.
- Hernández Carola y Yaya Ruby (2010). Una propuesta constructivista para la enseñanza de la física. *Voces y Silencios: Revista Latinoamericana de Educación*, 1(1), 53-68.
- INEE (2015), *Desempeño de los estudiantes al final de la Educación Media Superior en PISA 2012: INEE*.
- Klenowski V. (2005). *Desarrollo de portafolios para el aprendizaje y la evaluación: procesos y principios*. Madrid: Narcea.
- Lazarus Ndiku Makewa, Dorcas Gitonga, Baraka Ngussa, Samwel Njoroge, and Joshua Kuboja (2014). Frustration Factor in Group Collaborative Learning Experiences. *American Journal of Educational Research*, 2(11A), 16-22. doi: 10.12691/education-2-11A-3.
- Lent, R.; Brown, D; Hackett,G. (1994). Toward a Unifying Social Cognitive Theory of Career and Academic Interest, Choice, and Performance. *Journal of Vocational Behavior*. 45, 79-122.
- Liu Shuangyan et al (2010). Students Perceptions of the Factors Leading to Unsuccessful Group Collaboration, *in memories 10th International Conference on Advanced Learning Technologies*.
- Martínez-Hernández, Ariadna Crisantema; Valderrama-Juárez, Lorena Elizabeth (2010). Motivación para Estudiar en Jóvenes de Nivel Medio Superior. *Nova Scientia*, 3(5), 164-178.
- Martínez-Muñoz, M. (1996). *El clima de clase*. En A. M. Álvarez y R. Bisquerra (coords.), Manual de orientación y tutoría (pp. 413-425). Barcelona: Praxis.
- Mejía Correa María Paulina (2008). Vínculos posibles entre el maestro y el alumno. *Revista Educación y Pedagogía*, 20(51), 189-197.
- Mellado Jiménez Vicente, Blanco Nieto Lorenzo J., Borrachero Cortés Ana Belén, Cárdenas Lizarazo Janeth A. (2013). *Las emociones en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y las matemáticas*, Vol. 2, Grupo de Investigación DEPROFE: España.
- Mellado, V., Borrachero, A.B., Brígido, M., Melo, L.V., Dávila, M.A., Cañada, F., et al (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32.3, 11-36.
- Mora Teruel Francisco (2013). *Neuroeducación, sólo se aprende lo que se ama*. Alianza Editorial: España.
- Moreno Madrigal Cristian y otros (2011). Clima social escolar en el aula y vínculo profesor-alumno: alcances, herramientas de evaluación, y programas de intervención. *Revista Electrónica de Psicología Iztacala*, 14(3), 70-84.
- Morris, M. (2014). Neuroeducación en el Aula: Neuronas Espejo y la Empatía Docente. *La vida y la Historia*, 3(2), 7-18.
- Olaz Fabián O. (2001). *La Teoría Social Cognitiva de la Autoeficacia. Contribuciones a la Explicación del Comportamiento Vocacional*, Trabajo realizado como requisito para acceder al título de Licenciado en Psicología, Facultad de Psicología. U.N.C. Argentina.
- Oliva Delgado Alfredo (2007). Desarrollo cerebral y asunción de riesgos durante la adolescencia. *Apuntes de Psicología*, 25(3), 239-254.

- Paniagua Adriana y otros (2008). Modelo de estructura cognoscitiva desde el punto de vista de la Teoría Reformulada de la Asimilación. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 7(1), 107-130.
- Paniagua Pardo Adriana (2011), *Reformulación de la Teoría de la Asimilación de Ausubel y la construcción de un Modelo de Estructura Cognitiva que sirve de base para el desarrollo de un formato de material de aprendizaje potencialmente significativo a ser difundido por la Red Internet (FMAPS-INTERNET)*, tesis doctoral, Programa internacional de doctorado, Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias, Departamento de Física, Mérida, Venezuela.
- Polino Carmelo y Chiappe Dolores (2009), Informe del Proyecto: *Percepción de los Jóvenes sobre la ciencia y la profesión científica*, implementado por el Observatorio de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación del Centro de Altos Estudios Universitarios de la Organización de Estados Iberoamericanos (EOI) con el apoyo de la Agencia Española de Cooperación Internacional Para el desarrollo (AECID).
- Programas de estudio de Física I a IV.
http://www.cch.unam.mx/sites/default/files/plan_estudio/mapa_fisica.pdf
Consultado el 27/07/2016.
- Rosas Ricardoy Sebastián Christian (2008), *Piaget, Vigotski, y Maturana. Constructivismo a tres voces*, Aique Grupo Editor, 1ra. Ed., Buenos ares, Argentina.
- Resnick Robert, Halliday David et al (2006), *Física Vol. 1 y 2*, Ed. Continental, 5ta ed., Traducción de Efrén Alatorre Miguel.
- Salas S. Raúl (1998). Enfoques de aprendizaje entre estudiantes universitarios. *Estudios Pedagógicos*, (24), 59-78.
- Sanjuán Suárez Pilar, Pérez García Ana Ma. y Bermúdez Moreno José (2000). Escala de autoeficacia general: datos psicoétricos de la adaptación para población española. *Psicothema*, 12(2), 509-513.
- Sebastián Capó Jaume (1986). Psicología Humanista y Educación. *Anuario de Psicología*, (35), 85-102.
- Secretaria de Educación Pública (SEP, 2012), *Reporte de la Encuesta Nacional de Deserción en la Educación Media Superior*, Consejo para la Evaluación de la Educación del Tipo Medio Superior A.C.
- Serrano Gonzáles Tejero José Manuel y Pons Parra Rosa María (2011). El constructivismo hoy: enfoques constructivistas en educación. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 13(1), 1-27.
<http://scielo.unam.mx/pdf/redie/v13n1/v13n1a1.pdf>
Consultado el 27/07/2016.
- Shepard Lorrie A. (2006). *La evaluación en el aula*.
Recuperado de: <http://publicaciones.inee.edu.mx/buscadorPub/P1/C/225/P1C225.pdf>
- Silas, J. C. (2012). Percepción de los estudiantes de nivel medio superior sobre la educación superior. Dos ciudades y cinco instituciones. *Sinéctica*, (38), 1-17.
- Solbes Jordi, Montserrat Rosa y Furió Carles (2007). El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza- *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, (21), 91-117.

- Solís Hugo y López Hernández Estela (2009). Neuroanatomía funcional de la memoria. *Archivos de Neurociencias (México)*, 14(3), 176-18.
- Sosa Reyes Ana et al (2012), *Diagnóstico del Área de Ciencias Experimentales*.
<http://www.cch.unam.mx/sites/default/files/actualizacion2012/diagnosticoexperimentales.pdf>
Consultado el 27/07/2016.
- Valdez E. (2011). Motivación y Neurociencia: Algunas Implicaciones Educativas. *Acción pedagógica*, (20), 104-109.
- Vázquez Alonso, A. (1994). El paradigma de las concepciones alternativas y la formación de los profesores de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(1), 4-14.
- Velásquez Fernández Andrey (2012). Revisión Histórico-Conceptual del concepto de autoeficacia. *Revista Pequeño*, 2(1), 148-160.
- Villegas Besora Manuel (1986). La psicología humanista: historia, concepto y método. *Anuario de Psicología*, (35).
Recuerado de: <http://www.raco.cat/index.php/AnuarioPsicologia/article/view/64549>
- Wainmaier Cristina y Salinas Julia (2005), *Incomprensiones en el aprendizaje de la mecánica clásica básica*, resumen de la Tesis de Maestría en Enseñanza de las Ciencias (área Física) de la Universidad Nacional de Tucumán.

Apéndices.

Apéndice A

Cuestionarios de evaluación: Autoeficacia y Ambiente en el aula

Encuestas presentadas al grupo de aplicación para recabar información y datos de la propuesta didáctica. El cuestionario de “Autoeficacia” esta basado directamente en la Adaptación para población española de la *Escala de Autoeficacia General* de Baessler y Schwartz (Sanjuán, 2000; Espada, 2012). El cuestionario de “Ambiente en el aula” fue tomado de la propuesta hecha por López y Bisquerra (2013), que toma encuesta dos dimensiones, cohesión y conducción de grupo, que sirven para evaluar las relaciones profesor-alumno y alumno-alumno.

A.1. Autoeficacia

La siguiente encuesta es totalmente anónima, tiene la finalidad de recabar información acerca de cómo manejas situaciones estresantes en el aula, esta información servirá para mejorar la labor docente en las clases de Física.

Instrucciones:

A continuación se mostrarán una serie de afirmaciones que en la parte inferior tendrán una escala del 1 al 10, tacha o encierra el número que corresponda según lo siguiente:

- 1 - Totalmente en **desacuerdo**
- 10 - Totalmente de **acuerdo**

Cuestionario:

Puedo encontrar la forma de obtener lo que quiero aunque alguien se me oponga.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Puedo resolver problemas difíciles si me esfuerzo lo suficiente.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Me es fácil persistir en lo que me he propuesto hasta llegar a alcanzar mis metas.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Tengo confianza en que podría manejar eficazmente acontecimientos inesperados.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Gracias a mis cualidades y recursos puedo superar situaciones imprevistas.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Cuando me encuentro en dificultades puedo permanecer tranquilo(a) porque cuento con las habilidades necesarias para manejar situaciones difíciles.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Venga lo que venga, por lo general soy capaz de manejarlo.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Puedo resolver la mayoría de los problemas si me esfuerzo lo necesario.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Si me encuentro en una situación difícil, generalmente se me ocurre qué debo hacer.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Al tener que hacer frente a un problema, generalmente se me ocurren varias alternativas de cómo resolverlo.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

A.2. Ambiente en el aula

La siguiente encuesta es totalmente anónima, tiene la finalidad de recabar información acerca del ambiente que percibes en las clases de Física, esta información servirá para mejorar la labor docente en estas clases.

Instrucciones:

A continuación se mostrarán una serie de afirmaciones que en la parte inferior tendrán 4 opciones, marca la que creas que corresponda según tu experiencia en la clase(s) de Física:

1: Estoy a gusto en esta clase.

nunca	a veces	con frecuencia	siempre
-------	---------	----------------	---------

2: En esta clase hay orden.

nunca	a veces	con frecuencia	siempre
-------	---------	----------------	---------

3: Puedo intervenir sin problemas.

nunca	a veces	con frecuencia	siempre
-------	---------	----------------	---------

4: Hay un buen ambiente en clase.

nunca	a veces	con frecuencia	siempre
-------	---------	----------------	---------

5: Se tarda poco en empezar a trabajar.

nunca	a veces	con frecuencia	siempre
-------	---------	----------------	---------

6: El profesor mantiene el control de la clase hasta el final.

nunca	a veces	con frecuencia	siempre
-------	---------	----------------	---------

7: Se respeta al profesor.

nunca	a veces	con frecuencia	siempre
-------	---------	----------------	---------

8: Los alumnos tenemos claro lo que hay que hacer.

nunca	a veces	con frecuencia	siempre
-------	---------	----------------	---------

9: La relación con el profesor es buena.

nunca	a veces	con frecuencia	siempre
-------	---------	----------------	---------

10: Los alumnos nos ayudamos unos a otros.

nunca	a veces	con frecuencia	siempre
-------	---------	----------------	---------

11: Hay el silencio necesario para esta asignatura.

nunca	a veces	con frecuencia	siempre
-------	---------	----------------	---------

Apéndice B

Objetivos generales y específicos

Los programas de estudio de las diferentes asignaturas del Colegio de Ciencias y Humanidades son algo extensos y en ocasiones abiertos a la interpretación, por ello para que no haya malos entendidos entre el profesor y los alumnos con respecto a la temática tratada, el enfoque con la que se maneja en el aula, los tiempos de estudio, la evaluación y asignación de la calificación, es necesario establecer cuáles serán los objetivos prioritarios del curso.

En seguida se muestran los objetivos que se esperan que el estudiante logre durante su estancia en el CCH, al finalizar el curso de Física, en la unidad didáctica y la temática mostrada.

B.1. Objetivos generales del Colegio de Ciencias y Humanidades

Por parte del colegio se espera que el o la estudiante:

- ★ *Desarrolle un método de aprendizaje sistemático de conocimientos relacionados con la Física.*
- ★ *Desarrolle una autonomía intelectual.*
- ★ *Implemente conocimientos y formas de pensar científicos en su vida cotidiana.*
- ★ *Desarrolle valores de responsabilidad social y de capacidad para incidir positivamente en su entorno.*

B.2. Objetivos generales del curso

Que el o la estudiante:

- ★ Comprenda que la Física es una ciencia que aproxima fenómenos de la naturaleza con modelos.
- ★ Construya modelos con base en el método científico.
- ★ Implemente de forma adecuada modelos físicos acordes al nivel académico para explicar fenómenos en la naturaleza.
- ★ Reconozca la importancia de hechos relevantes en la historia de la Física.

- ★ Ejemplifique conceptos con hechos, situaciones u objetos concretos presentes en su vida cotidiana.
- ★ Diferencie entre conceptos que describen propiedades asociadas a objetos de uso cotidiano, de los cuales tienen conocimientos intuitivos previos, como los conceptos de velocidad, y energía, y conceptos relacionados con modelos que representan objetos o sistemas reales, tales como partícula, gas ideal o cuerpo negro.
- ★ Diferencie entre cantidades escalares y vectoriales.
- ★ Identifique la unidad en el SI que corresponden a cada magnitud física.
- ★ Implemente adecuadamente, según la situación, las unidades de medida y las escalas de magnitud.
- ★ Interprete de forma adecuada la terminología en Física.
- ★ Utilice de manera adecuada diferentes dispositivos e instrumentos para medir magnitudes físicas.

B.3. Objetivos Generales de la Unidad II de Física I Fenómenos Mecánicos

Que el o la estudiante:

1. Interprete de manera pictórica, esquemática, gráfica y verbal los conceptos de partícula, marco de referencia, posición, desplazamiento, velocidad, aceleración, fuerza, momento, trabajo, energía cinética, energía potencial y potencia.
2. Interprete las leyes de Newton.
3. Implemente las leyes de Newton en la solución de problemas teóricos y prácticos.
4. Interprete el principio de conservación del ímpetu o momento lineal.
5. Implemente el principio de conservación del momento en problemas teóricos o prácticos.
6. Explique la ley de Gravitación Universal de Newton.
7. Interprete el principio de conservación de la energía.
8. Implemente el principio de conservación de la energía en la resolución de problemas teóricos y prácticos.
9. Mida de manera precisa longitud, tiempo y masa con instrumentos de medición correspondientes.

B.3.1. Objetivos Específicos de la Unidad II Fenómenos Mecánicos

Que la o el estudiante:

Cinemática

Magnitudes físicas y unidades de medida

1. Reconozca lo que es una magnitud física.
2. Ejemplifique magnitudes físicas.
3. Clasifique las magnitudes físicas entre fundamentales y derivadas.
4. Diferencie entre magnitudes fundamentales y derivadas.

Descripción del movimiento

5. Explique lo que es un marco de referencia.
6. Implemente los conceptos de marco de referencia y posición en diferentes situaciones de su vida cotidiana.
7. Explique de manera verbal con ayuda de gráficas y esquemas los conceptos de partícula, marco de referencia y posición.
8. Identifique el desplazamiento de un objeto como el cambio de posición.
9. Evalúe las diferencias entre la concepción coloquial de velocidad (velocidad igual a distancia sobre tiempo) y la definición de velocidad en Física (velocidad igual al cambio de posición en un intervalo de tiempo).
10. Identifique a la aceleración como el cambio de velocidad de un móvil en un intervalo de tiempo.
11. Identifique los conceptos de partícula, marco de referencia, posición, desplazamiento, velocidad y aceleración.
12. Diferencie los conceptos de posición y distancia.
13. Diferencie la velocidad de la aceleración.
14. Implemente los conceptos de la cinemática en la resolución de problemas teóricos o prácticos.

Dinámica

Leyes de Newton

15. Ejemplifique de manera pictórica y verbal el concepto de fuerza.
16. Estructure el concepto de fuerza como la interacción entre dos cuerpos.
17. Ejecute el principio de superposición de fuerzas de manera operacional.

Primera Ley de Newton

18. Ejemplifique la primera ley de Newton.
19. Diferencie entre un marco de referencia inercial de un marco de referencia no inercial.
20. Aplique la definición operacional del concepto de momento lineal en el cálculo del momento de diferentes objetos.
21. Explique la relación entre 2 marcos de referencia inerciales de manera gráfica, esquemática, verbal y operacional (transformaciones de Galileo).
22. Reconozca los diferentes enunciados de la primera ley de Newton.

Segunda ley de Newton

23. Infiera que el cambio de momento de un cuerpo con masa constante es debido a la acción de una fuerza sobre el objeto.
24. Implemente la 2da ley de Newton en la resolución de problemas.
25. Distinga de segunda ley de Newton el concepto de fuerza y el de acción de una fuerza.

Tercera ley de Newton

26. Reconozca que las fuerzas están en pares.
27. Infiera que en un objeto no puede actuar una fuerza de acción y de reacción al mismo tiempo.
28. Distinga las fuerzas de acción y reacción entre dos o más objetos.
29. Reconozca el ímpetu de un sistema de partículas como la suma de los momentos individuales.

Ley Universal de Gravitación de Newton

30. Recuerde la ley Universal de Gravitación de Newton.
31. Aplique la ley universal de gravitación en la resolución de problemas.

Conservación de la Energía

32. Distinga al concepto de trabajo como una forma de transferir energía por medio de la acción de una fuerza que desplaza a un cuerpo.
33. Reconozca a la energía cinética de un objeto como la energía debida al movimiento del cuerpo.
34. Distinga entre fuerzas conservativas y no conservativas.
35. Reconozca a la energía potencial de un objeto como la energía debida a la interacción del objeto y una fuerza conservativa.
36. Concluya que la energía cinética y potencial son formas de energía a diferencia del trabajo que es una forma de transferir energía.
37. Aplique los conceptos de trabajo, energía cinética, energía potencial y potencia en la resolución de problemas teóricos y prácticos.

B.4. Objetivos generales de la unidad III de Física II Física y tecnologías contemporáneas

Que la o el estudiante:

1. Comprendan algunos fenómenos físicos que dieron origen a la Mecánica Cuántica.
2. Expliquen el funcionamiento básico de dispositivos tecnológicos actuales con ayuda de las bases conceptuales de la Mecánica Cuántica.

B.4.1. Objetivos específicos de la unidad III de Física II Física y tecnologías contemporáneas

Que la o el estudiante:

Cuerpo Negro y Ley de Wien

1. Representen de forma esquemática y verbal el concepto de cuerpo negro. (Conceptual)
2. Interpreten la ley de Wien. (Conceptual)
3. Apliquen la ley de Wien en la solución de problemas. (Conceptual y procedimental)
4. Reconozcan la hipótesis que formuló de Planck para explicar la radiación del cuerpo negro. (Factual)

Efecto fotoeléctrico

5. Ejemplifiquen de forma esquemática el efecto fotoeléctrico. (Conceptual)
6. Expliquen con ayuda de la hipótesis de Einstein (la luz como partícula, fotón, y que la energía de un fotón es $E=hf$) el efecto fotoeléctrico. (Conceptual)
7. Implementen la hipótesis de Einstein ($E=hf$) en la resolución de problemas. (Conceptual y Procedimental)
8. **Espectros de emisión y absorción (EEA) y modelo atómico de Bohr.**
9. Expliquen a través del modelo atómico de Bohr los espectros de emisión y absorción. (Conceptual)
10. Interpreten de forma esquemática el modelo atómico de Bohr. (Conceptual)
11. Diferencien los distintos modelos atómicos del modelo de Bohr. (Análisis)

Apéndice C

Cuestionario de exploración

Cuestionario de exploración de intereses y motivaciones generales aplicado al grupo piloto.

Nombre del o la estudiante: _____

Edad: _____

Física I, Grupo: _____

Intereses, motivaciones y herramientas

Las siguientes preguntas tienen la finalidad de conocer tus intereses y motivaciones en la escuela, las creencias acerca de la Física y con qué herramientas cuentas para facilitar tu estudio. Contesta sinceramente las siguientes preguntas:

- ¿Por qué vienes a la escuela?
- ¿Qué materias te desagradan?
- ¿Tienes computadora con acceso a internet en casa?
(en caso de tener, describe sus características generales)
- ¿Por qué asistes a clases?
- ¿Qué planeas hacer dentro de 3 años?
- ¿Cuáles son tus intereses o hobbies?
- ¿Qué materias te gustan?
- ¿Qué piensas que es la Física?
- ¿Cuántas materias has reprobado? menciona cuales.

Apéndice D

Propuesta de evaluación

Documento entregado al grupo de aplicación, referente a la propuesta de evaluación de los estudiantes.

Evaluación Física I

La evaluación tiene como objetivo corroborar el cumplimiento de los objetivos de la materia, así como verificar que el camino elegido para que el conocimiento, las habilidades y las destrezas que los estudiantes deben de adquirir durante el transcurso de las clases de la materia, sea el mejor posible. La calificación se asentará con base en los siguientes rubros.

Los aspectos que se tomarán en cuenta para la evaluación se distribuirán en 4 rubros:

	Porcentaje de la calificación Final (Acuerdo con el grupo)
1. Participación	
2. Examen Práctico	
3. Examen Teórico	
4. Proyecto Semestral	

En cada rubro se considerará una parte individual y otra por equipo. A continuación se describe los aspectos que engloba cada rubro, así como la contribución que tendrá cada aspecto en la evaluación y la asignación de calificación.

D.1. Participación

* Parte individual:

1. **Asistencia.**
2. **Colaboración con el equipo:** Disposición al trabajo en equipo.
3. **Cumplimiento de trabajo según el rol en el equipo.**
4. **Bitácora individual de clase:** El diario de clase, donde se escribirá una reflexión contestando las preguntas ¿Qué aprendí? ¿Cómo lo aprendí? ¿Cómo me sentí? En caso de no haber aprendido nada tratar de escribir la razón por la cual se cree que no se aprendió nada. El profesor lo revisará en cualquier momento del curso.
5. **Cuaderno de apuntes (Portafolio individual):** Deberá contener el tema, la fecha, y el cuerpo donde el estudiante pueda recuperar información, además de ser una herramienta para lograr los objetivos del curso. El profesor lo revisará en cualquier momento, haciendo observaciones para mejorar las anotaciones futuras.

* Parte en Equipo:

1. **Portafolio de evidencias:** Cada actividad que se realice por equipos en el grupo se registrará en hojas blancas que se guardarán en una carpeta, cada registro deberá tener en la parte superior la fecha, tema, nombre de la actividad, nombre del equipo; en la parte inferior del anverso de las hojas el nombre de los integrantes presentes en la actividad.

D.2. Examen teórico

El examen consistirá en una lista de preguntas, donde cada una tendrá un puntaje asignado (desde 1 punto hasta 5 puntos). Dependiendo del examen, los equipos elegirán que preguntas contestar, de tal manera que la suma de los puntos de las preguntas elegidas sea de 20 o 30.

Las respuestas de las preguntas elegidas se entregarán por escrito en hojas blancas una semana después de la entrega del listado de preguntas, éstas deberán tener el nombre del equipo y el de los integrantes del mismo.

La evaluación de las respuestas, la asignación de la calificación y la retroalimentación del examen se hará con cada equipo el día de entrega del examen, en un horario acordado previamente con el grupo (elección por los estudiantes o por sorteo), el tiempo máximo de la evaluación por equipo será de 40 minutos.

Notas importantes:

- * En caso de que la suma de las preguntas elegidas excediera el límite establecido se descartarán las preguntas con mayor puntaje obtenido en la asignación de la calificación hasta que la suma de los puntajes de las preguntas sobrantes sea igual o menor al límite establecido.
- * No se podrá exceder el tiempo dedicado a cada equipo (40 minutos máximo). Si sucediera, se evaluarán las preguntas faltantes sólo con la parte escrita.

La evaluación, asignación de calificación y retroalimentación se harán en forma de entrevista teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

* **Equipo:**

Cada equipo se presentará en la fecha y hora indicadas para la parte oral del examen. El profesor, con base en las respuestas escritas, realizará preguntas al equipo para evaluar la consistencia y coherencia de las respuestas, éstas estarán encaminadas a que los estudiantes demuestren el cumplimiento de los objetivos cognitivos particulares hasta entonces logrados.

* **Individual:**

Cada miembro del equipo deberá demostrar, durante el examen, el cumplimiento de los objetivos cognitivos, el profesor podrá preguntar de forma personal para corroborar el logro de los objetivos hasta entonces vistos.

La asignación de la calificación por equipo e individual dependerá de los objetivos que se alcanzaron.

D.3. Examen práctico

El examen práctico consistirá en la realización de una actividad experimental por equipo. El objetivo de la actividad será asignado por el profesor. Para la evaluación, la asignación calificación y retroalimentación de la actividad experimental se considerarán:

- ★ Un reporte que deberá destacar los siguientes puntos:
 - Plan de trabajo (planeación de las acciones para lograr el objetivo).
 - Dificultades, percances y correcciones a la planeación original.
 - Resultados y Conclusiones (qué cosas descubrieron, qué datos obtuvieron, etc. y con base en los resultados qué cosas pueden concluir).
- ★ Una exposición del reporte, donde se destacará lo más relevante del mismo, el tiempo máximo será de 20 minutos.
- ★ Una sesión de preguntas acerca de la actividad experimental realizada por el equipo, las preguntas serán para aclarar dudas acerca de cómo hicieron la actividad o para cerciorarse del cumplimiento de los objetivos.

La evaluación, retroalimentación y la asignación de calificación del examen práctico cubrirá una parte individual y otra por equipo, éstas consisten en:

* **Equipo:**

Cada equipo se presentará en la fecha y hora indicadas por el profesor (por elección propia o por sorteo) para la exposición de su reporte (mínimo dos semanas después de saber el objetivo de la actividad experimental). El profesor con base en el reporte y la exposición realizará la sesión de preguntas al equipo para evaluar la consistencia y coherencia de su actividad experimental, éstas estarán encaminadas a que los estudiantes demuestren el cumplimiento de los objetivos particulares hasta entonces logrados.

*** Individual:**

Cada miembro del equipo deberá demostrar durante la evaluación en la exposición el cumplimiento de los objetivos psicomotores y cómo los relacionaron con los objetivos cognitivos, el profesor podrá preguntar de forma personal para corroborar el logro de los objetivos hasta entonces planteados.

D.4. Proyecto

El proyecto será de carácter semestral, puede ser experimental o de investigación documental, se enfocará a demostrar lo aprendido durante el semestre, destacando qué objetivos se cumplieron para poder realizarlo.

La selección del proyecto se notificará al profesor en una hoja blanca especificando quienes serán los involucrados a más tardar al término del primer mes de clases, la fecha exacta se acordará con el grupo.

Se reportarán avances del proyecto oralmente cada 2 semanas después de la fecha de notificación, se acordará con el grupo la fecha de entrega.

Apéndice E

Planes de clase

E.1. Unidades de Medida

Tiempo estimado para la actividad 2 horas

Objetivos docentes:

Que el estudiante:

- Reconozca lo que es una magnitud física y una unidad de medida.
- Reconozca la existencia de diferentes unidades de medida.
- Ejemplifique magnitudes físicas.
- Implemente algoritmos en la conversión de unidades de medida.

Inicio

Se les dice a los estudiantes que se hará una actividad cuyo objetivo es:

- Determinar la importancia de los patrones o unidades de medida (afectivo).

Pero antes de eso de manera individual en sus cuadernos deberán contestar las siguientes preguntas (tiempo máximo 5 minutos):

- ¿Qué es una magnitud física?
- ¿Qué es una unidad de medida?

Terminado lo anterior se prosigue a explicar las instrucciones de la actividad.

Instrucciones:

- Por equipos se realizan mediciones de
 - Longitud
 - Tiempo
 - Masa

de diferentes objetos (silla, banco, mesa, una extremidad, botella de agua, etc.) o fenómenos físicos (caída de un objeto desde una cierta altura, la oscilación de un péndulo, o inclusive la duración de una pista de audio).

- De manera individual en su cuaderno llenan la siguiente tabla conforme se avance en la actividad.

Nombre del equipo	Objeto o Fenómeno	Unidad de medida	Medición del 1er equipo	Medición del 2do equipo	Medida con la unidad del SI

- Debe de haber dos equipos que midan la misma magnitud física del un objeto o fenómeno, esto para poder comparar los patrones y formas de medir la misma magnitud entre los equipos.
- Se le asigna a cada equipo el objeto o fenómeno del cual medirán la magnitud física que se asigne (Longitud, Tiempo, Masa). Hasta este punto el tiempo estimado es de 10min

Desarrollo

- (*Grupos de conversación*) Se le pide a los estudiantes que discutan como medir lo que se les pide sin utilizar instrumentos graduados, ni usando unidades de medida establecidas como el metro, segundo, kilogramo o unidades derivadas del SI o del sistema ingles. El profesor puede asesorarlos de tal forma que de la idea de analizar qué es lo que pasa o se hace cuando se mide una magnitud física sin decirlo directamente (se compara con una referencia, por lo que tienen que dar una referencia para poder comparar). (Tiempo estimado para este punto es de 10 minutos)
- Cada equipo asigna su unidad de medida y lo registra en la tabla (el profesor puede sugerir patrones, ver en sugerencias. Los equipos que midan la misma magnitud deben de tener unidades diferentes).
- Cada equipo mide la magnitud física del objeto o del fenómeno asignado, de 3 a 6 mediciones, teniendo en cuenta que deben utilizar con cuidado el mismo patrón de medida (tiempo estimado 10 minutos máximo), se reporta en la tabla el promedio de las mediciones.
- (*Grupos de conversación*) Los equipos que midieron la misma magnitud física, se explican entre ellos que unidad de medida escogieron, esto para que el otro equipo utilice una unidad diferente para realizar mediciones del objeto o fenómeno indicado. No pueden ocupar el mismo instrumento que uso el primer equipo en utilizar la unidad de medida. (tiempo estimado 10 minutos máximo)
- Los equipos intercambian sus unidades de medida y miden la magnitud del objeto o fenómeno utilizando los mismos criterios que el equipo que propuso la unidad y reportan ambas mediciones en la tabla. (tiempo estimado 5 minutos máximo)
- Ambos equipos miden la magnitud física con un instrumento graduado con unidades del SI y lo reportan en la tabla. (tiempo estimado 5 minutos máximo)
- (*Grupos de conversación*) Se realizan las siguientes preguntas a los equipos y las respuesta queda registrada en su cuaderno de manera individual, y la respuesta es consensada por el equipo (tiempo aproximado 10 minutos):

– ¿Existen diferencias en las mediciones realizadas por tu equipo y las del otro utilizando los patrones de medida propuestos por cada uno? Den una explicación del por qué creen que suceda esto.

Las posibles respuestas son no o si, el profesor debe de enfocar el análisis según la respuesta de tal manera que lo que influya en la medición sea el no tener bien definido la unidad de medida (al usar la longitud del brazo derecho de las personas, o la longitud de una cuarta, donde los patrones son

subjetivos) o viceversa la unidad está bien definida (el patrón no es subjetivo, la longitud de las plumas vic cristal).

– ¿Existen diferencias en las mediciones realizadas por tu equipo y las del otro utilizando los patrones de medida del SI? Den una explicación del por qué creen que suceda esto.

Aquí se esperaría que la única respuesta fuera no, el profesor debe de cerciorarse de que los estudiantes realicen correctamente las mediciones de tal forma que no discrepen en sus mediciones fuera del error común de medición.

Cierre

Con base en las respuestas de la discusión provocada al contestar las dos preguntas anteriores contestar por equipo la siguiente pregunta (tiempo estimado 10 minutos máximo):

– ¿Por qué es importante utilizar unidades de medida tanto en Física como en la vida cotidiana? Cada equipo expone su respuesta al grupo (tiempo máximo 1 minuto por equipo), el profesor retroalimenta cada respuesta de ser pertinente.

Para finalizar el docente promueve una pequeña discusión pidiendo a los equipos que lean las respuestas de las preguntas iniciales, el profesor puede intervenir mientras transcurre la actividad para retroalimentar sus respuestas, además con base en ellas debe de encaminar la discusión a la definición de magnitud física y de unidad de medida. Como sugerencia se propone que el profesor pregunte al grupo como pueden categorizar a la longitud, el tiempo y la masa, qué cosas tiene en común y porque, los argumentos deben de estar basados en la actividad y en su experiencia y se expresaran en una Rueda de ideas, de tal forma que el docente con base en los comentarios de los estudiantes ayude a estructurar la definición de magnitud física. (Tiempo máximo 10 minutos).

Magnitud física: *es una propiedad de un fenómeno, cuerpo o sustancia, que puede ser expresada con un número y una referencia (que se puede medir).*

El mismo procedimiento es aplicado para el concepto de unidad de medida. (Tiempo máximo 10 minutos).

Unidad de medida: *Es un patrón estandarizado de una magnitud física.*

Para concluir la clase y desarrollar conocimiento procesal en los estudiantes de tarea se deja:

- Sacar la equivalencia de la unidad adoptada por cada equipo para medir la correspondiente magnitud física a la unidad del SI (metro, segundo, kilogramo), el profesor realiza un ejemplo para instruir directamente a los estudiantes sobre cómo obtener la equivalencia. (tiempo máximo 5 minutos)
- Investigar cuáles son las magnitudes fundamentales y sus unidades en el SI
- Investigar acerca de los problemas ocurridos en el proyecto de la sonda espacial Mars Climate Orbiter y cuáles fueron sus consecuencias.

Referencias bibliográficas:

Definición de magnitud física y unidad de medida:

– International vocabulary of metrology Basic and general concepts and associated terms (VIM) (2008) http://www.bipm.org/utils/common/documents/jcgm/JCGM_200_2008.pdf

Estrategias de aprendizaje cooperativo o colaborativo:

– Barkley Elizabeth F. et al (2007), Técnicas de aprendizaje colaborativo, Manual para el profesorado universitario, EDICIONES MORATA, S. L., Madrid, España.

Sugerencias:

Para las unidades de medición se pueden sugerir a los estudiantes:

Longitud: la longitud del brazo, la longitud de la mano, la longitud de una pluma, cuaderno, de un pelo, etc.

Tiempo: lo que tarda el corazón entre un latido y otro, contar con un cierto ritmo (como los 8's utilizados en danza y baile), el tiempo que dura un tono de celular, o una pista de música, etc.

Masa: la masa de una botella de agua, de un libro, de una pluma vic, la masa de una persona, etc. para comparar la unidad con el objeto que se va a medir se debe tener en cuenta utilizar una balanza, tipo sube y baja, o en su defecto dejar la comparación a la subjetividad de los estudiantes de tal manera que haya un consenso. Por ejemplo se les pone como objeto una botella de agua y su unidad es un libro de física, entonces pueden determinar de manera poco precisa cuántos libros necesitarían para tener la misma masa que la botella. Este método de medición se ocuparía en caso de ser necesario ya que puede ocasionar que en la discusión se salga del objetivo de la actividad.

Evidencia:

3-Septiembre 2015

Objetivo: Determinar la importancia de las Unidades de Medición

Unidades de Medición

Equipo	Objetivo-Fuente	Patrón	Medición Equipo Or. g.	Medición 2 Equipos	Patrón SI Equivalencia
Arcos.	Mesa	Pluma.	Largo: 8.5 Ancho: 5.4 cm	Largo: 8 1/3 Ancho: 4 2/3	14 cm
Rufles	Mesa.	Brazo	2 3/4 Largo 1 Ancho	Ancho: 1.1 Largo: 1 1/8	60 cm
Los Carguam.	Tiempo corta objeto	Aplausos	2 Aplausos	3 Aplausos	0.3s
Favoritos.	Tiempo corta objeto	Pulso	1 pulso.	1.5 pulsos.	0.86s
Mudo Negro	Mesa de Pesa	Botella	1 1/2 Botella.	2 Botellas.	521 g
Los ligas de Gru.	Mesa de Pesa.	Libro	2 Libros	1 3/4 de Libros	368g

Reflexión:
 ¿Por qué es importante utilizar unidades de medida tanto para la vida cotidiana como para la Física?
 Las medidas exactas son importantes, por que pueden provocar serios problemas y accidentes aparte de malgastar sumas de dinero tanto experimentos como insignificantes.

Medida Exacta.
Pesa: 490g
 Revisado
 /

Figura E.1.1: La imagen muestra el registro de un equipo del cuadro realizado por el grupo. En la parte inferior de la tabla se encuentra la reflexión del equipo acerca de la importancia de las unidades de medida. Del lado derecho del cuadro está la medida de la magnitud del objeto o fenómeno que se le asignó al equipo.

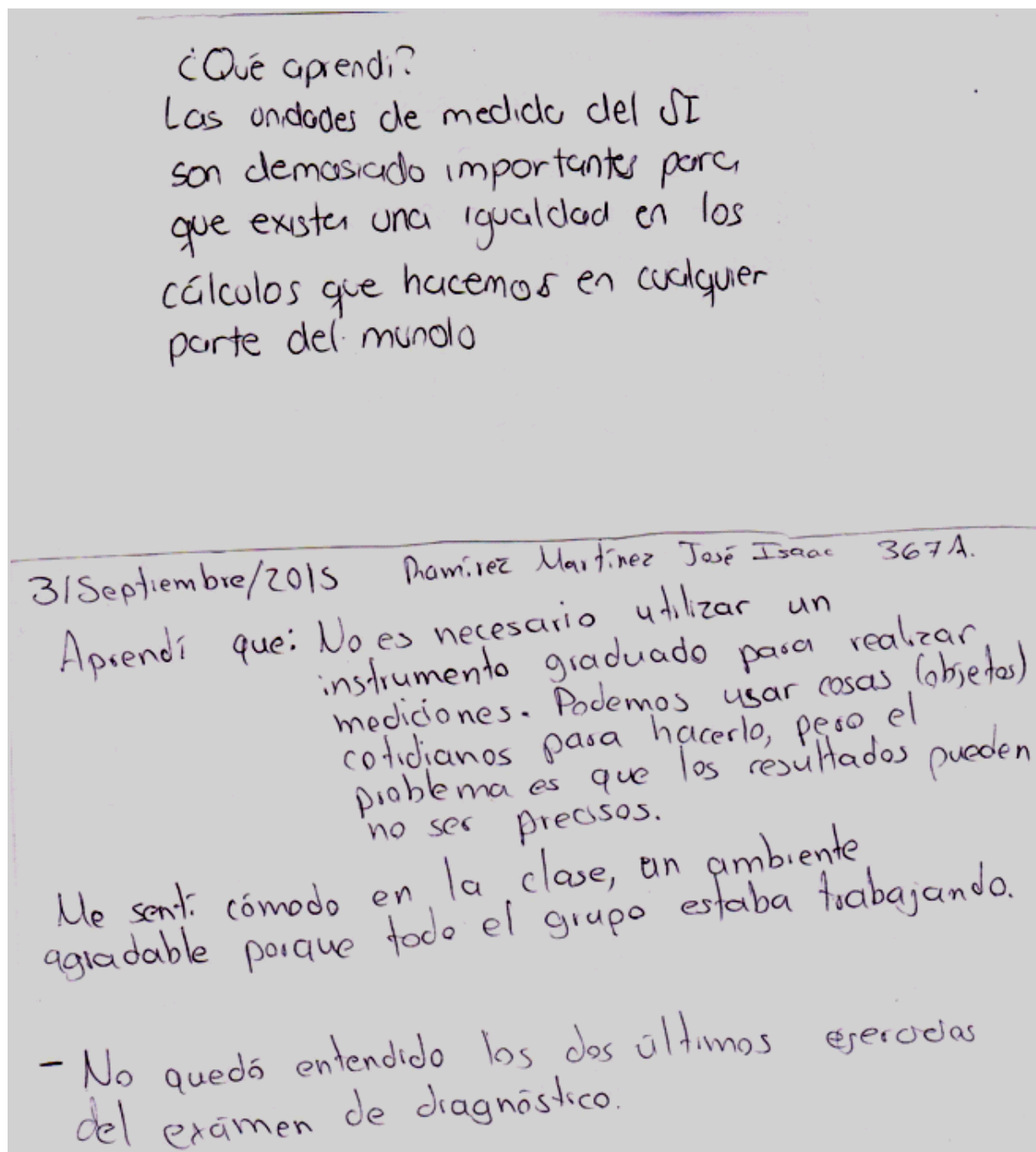


Figura E.1.2: Se muestran de manera representativa dos diarios de clase de la sesión correspondiente.

E.2. Marcos de Referencia

Inicio

Se revisa la tarea dejada la sesión anterior.

- Cada equipo pasa al pizarrón a anotar la conversión correspondiente (5 minutos máximo) el profesor y los mismos estudiantes corroboran si el resultado es correcto.
- En una tabla cada equipo anota una magnitud fundamental y su unidad, el profesor pregunta a los estudiantes el por qué se consideran fundamentales las magnitudes puestas, recibe sus respuestas en una rueda de ideas y encamina a concluir que son fundamentales por convención (tiempo máximo 5 minutos).
- En una pequeña discusión grupal se habla sobre la sonda espacial Mars climate orbiter, y se hace hincapié en la importancia de especificar las unidades de medida en toda medición (tiempo máximo 5 minutos).

Marco de Referencia 1

Tiempo estimado de la actividad 20 minutos.

Esta actividad es una actividad demostrativa, por lo que no tiene un objetivo para los estudiantes.

Objetivos docentes:

Que el estudiante:

- Explique lo que es un marco de referencia.
- Determine la posición de un objeto con base a un marco de referencia.

Terminado lo anterior se prosigue a explicar las instrucciones de la actividad.

Instrucciones:

- Se colocan sobre una mesa una serie de cuadrados de papel del mismo color sin un orden específico.
- El profesor se separa una distancia considerable de la mesa, de tal forma que no pueda especificar un cuadro de papel con gestos corporales.
- Delante del grupo se pide a un estudiante ayudar en el experimento demostrativo.
- Se le pide que le lleve al profesor el papel blanco que está en la mesa, sin ser específico en la instrucción.
- El profesor no se puede acercar a la mesa para indicar el papel que tiene que llevar el estudiante.
- El docente en repetidas ocasiones indica al estudiante que el papel que le lleva no es el seleccionado. (Tiempo estimado hasta este punto 10 minutos)
- Después de varios intentos (5, mínimo) se lanza la pregunta abierta al grupo ¿Qué necesita su compañero para traer el papel que yo seleccione? El profesor abre una “rueda de ideas” para recibir sus respuestas, y con ellas definir lo que es un marco de referencia, primero haciendo énfasis en sus partes: una referencia en el espacio (origen) y las reglas para ubicar un objeto desde esa referencia (sistema coordenado) e introducir el concepto de posición de un objeto con base a un marco de referencia dado por un observador. (tiempo estimado para este punto 10 minutos).

Se pueden hacer analogías sobre lo que es un marco de referencia y cuando no está bien definido los problemas que esto puede causar, como por ejemplo: – Cuando nuestra mamá nos dice: “pásame la cosa que está al lado de la otra cosa.” – Al ir por primera vez a la casa de un amigo o a una cita de trabajo donde solo tenemos la dirección.

Se le indica a los estudiantes que el marco de referencia que tiene mayor relevancia en la Física es el que se basa en el sistema coordenado cartesiano, en dos o tres dimensiones, se puede hacer referencia a sus clases de matemáticas de primaria y secundaria cuando ubicaban objetos, especificando que ahora los ejes tienen unidades de longitud (metro).

Marco de Referencia: *Es un sistema coordenado cuyos ejes son perpendiculares y desde el cual se van a localizar objetos puntuales; el origen del sistema se ubica en algún lugar del espacio según la conveniencia del observador.*

Posición: *Es la ubicación de un objeto con respecto a un observador desde su sistema de referencia.*

Desarrollo

Marco de Referencia 2

Tiempo estimado para la actividad 80 minutos

Objetivo de la actividad:

- Determinar la ubicación de un objeto determinado dando un marco de referencia y su posición.

Objetivos docentes:

Que el estudiante:

- Implemente los conceptos de marco de referencia y posición en diferentes situaciones de su vida cotidiana.
- Explique de manera verbal con ayuda de graficas, esquemas o dibujos los conceptos de marco de referencia y posición.

Instrucciones:

- A cada equipo se le asigna un objeto dentro del salón (de manera secreta, ningún otro equipo debe de saber que objeto se le asignó).
- Cada equipo debe de dar un marco de referencia y determinar la posición del objeto y reportarlo en su cuaderno de manera individual. (tiempo máximo para este punto 30 minutos) El profesor asesora a los estudiantes en el proceso.
- Cada equipo describe en una hoja blanca de manera escrita con ayuda de esquemas o dibujos el marco de referencia adoptado y la posición de su objeto, sin decir cuál es el objeto. (tiempo máximo 10 minutos) este punto se puede hacer a la par con el anterior.
- (*Variante de corrección por compañero*) La hoja donde se describe la posición del objeto se entrega a otro equipo que evaluará su actividad, el criterio para la evaluación es simple: sin preguntarle al otro equipo y con base a lo que se especifica en la hoja encontrar el objeto del primer equipo.

- Los equipos se disponen a encontrar los objetos (tiempo estimado 5 a 10 minutos)
- Los equipos evaluadores comentan en la hoja si encontraron o no el objeto, y dan sugerencias para mejorar la descripción del marco de referencia y la posición del objeto. (tiempo máximo 10 minutos)
- Se regresan las hojas a su equipo original.

Cierre

- Cada equipo expone los comentarios de la evaluación, donde hay una retroalimentación con el profesor y los compañeros del grupo. (tiempo máximo 1a 2 minutos por equipo).
- El profesor concluye la actividad realizando los aciertos de los equipos y marcando que hay que evitar los errores detectados en un futuro (tiempo máximo 5 minutos).

Referencias bibliográficas:

Definición de los conceptos Marco de Referencia y Posición

– F. Uroza José Antonio (2013), Implementación de tecnologías de fácil acceso en el desarrollo de prácticas de laboratorio en los cursos de Física I y II del Colegio de Ciencias y Humanidades, Reporte de actividad de apoyo a la docencia para obtener el grado de Físico, Facultad de Ciencias, UNAM.

Estrategias de aprendizaje cooperativo o colaborativo:

– Barkley Elizabeth F. et al (2007), Técnicas de aprendizaje colaborativo, Manual para el profesorado universitario, EDICIONES MORATA, S. L., Madrid, España.

Evidencias:

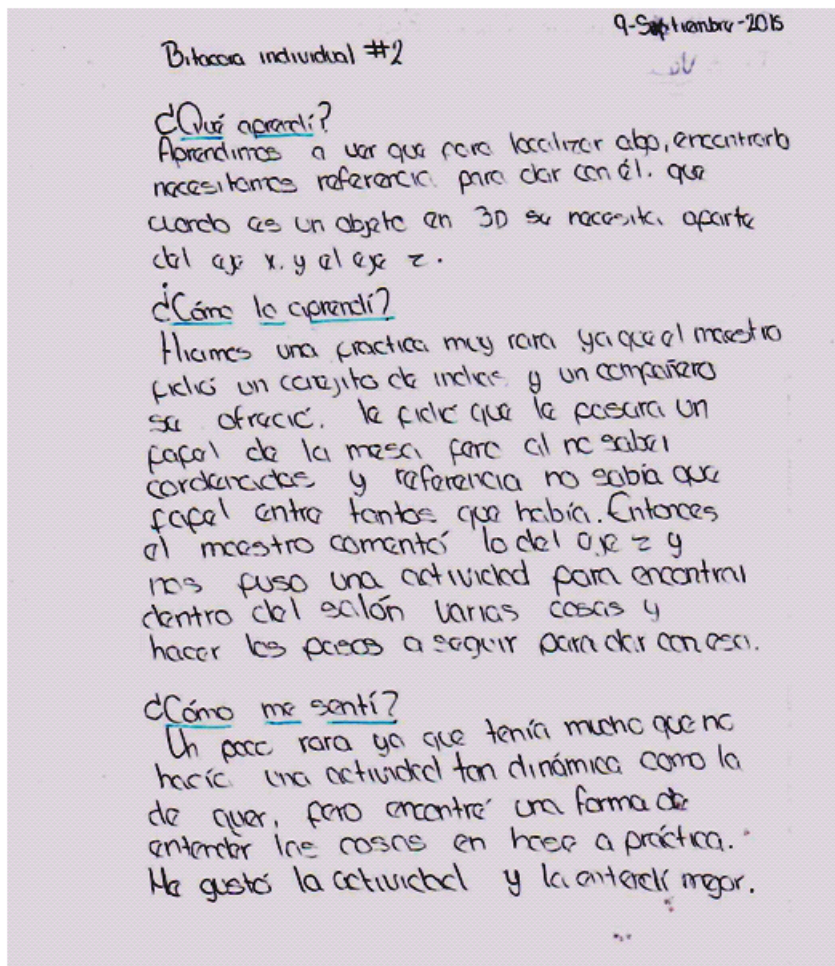


Figura E.2.1: Se muestra de manera representativa un diario de clase de la sesión correspondiente. En él se puede corroborar que el VPA se fomentó en la estudiante.

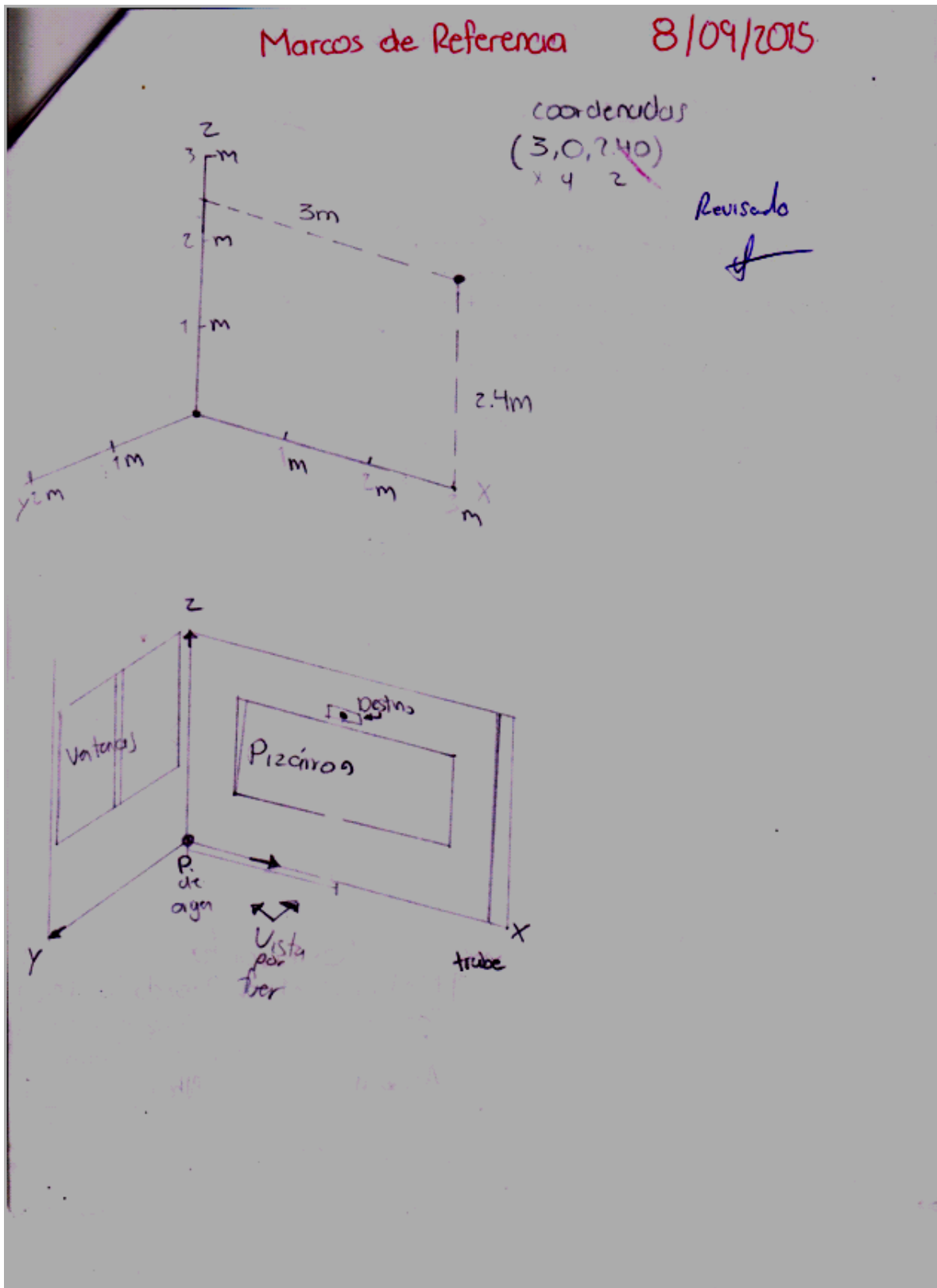


Figura E.2.2: Se muestra el trabajo realizado por uno de los equipos. En este caso los estudiantes tenían que ubicar una calcomanía pegada arriba del pizarrón. El trabajo da evidencia que dicho equipo comprendió el concepto de marco de referencia al aplicarlo de manera eficaz en la actividad.

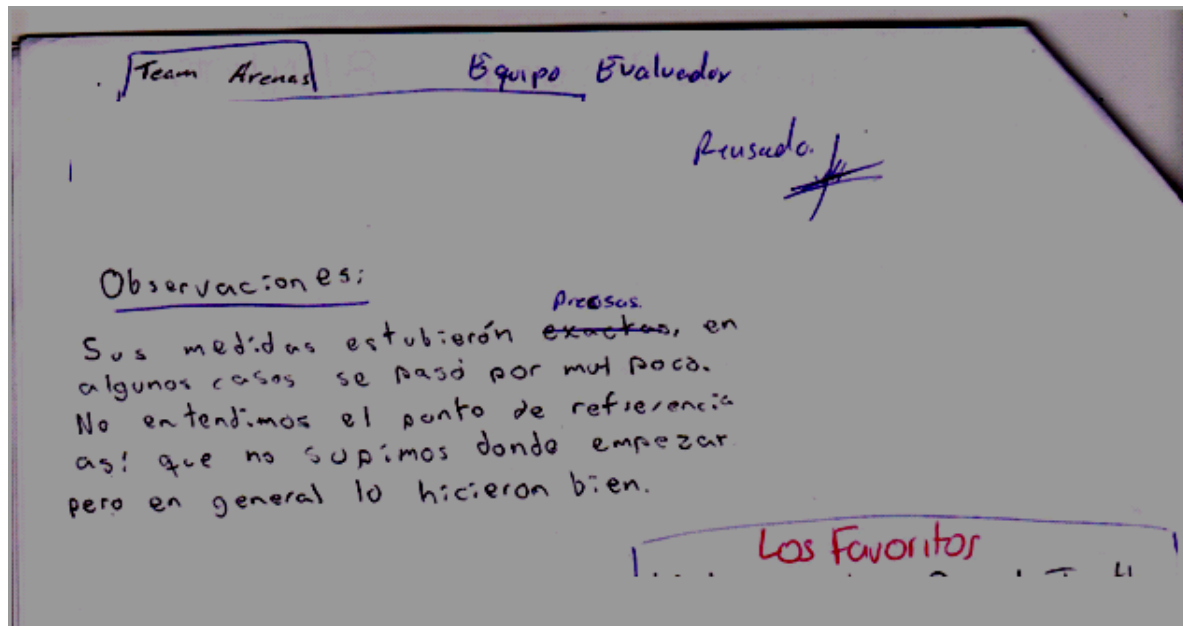


Figura E.2.3: La imagen muestra la evaluación del trabajo del equipo que realizó lo mostrado en la Figura E.2.2 por otro equipo. Se refleja que el equipo evaluador comprendió el concepto de marco de referencia al evaluar a sus compañeros de manera eficaz y acertada.

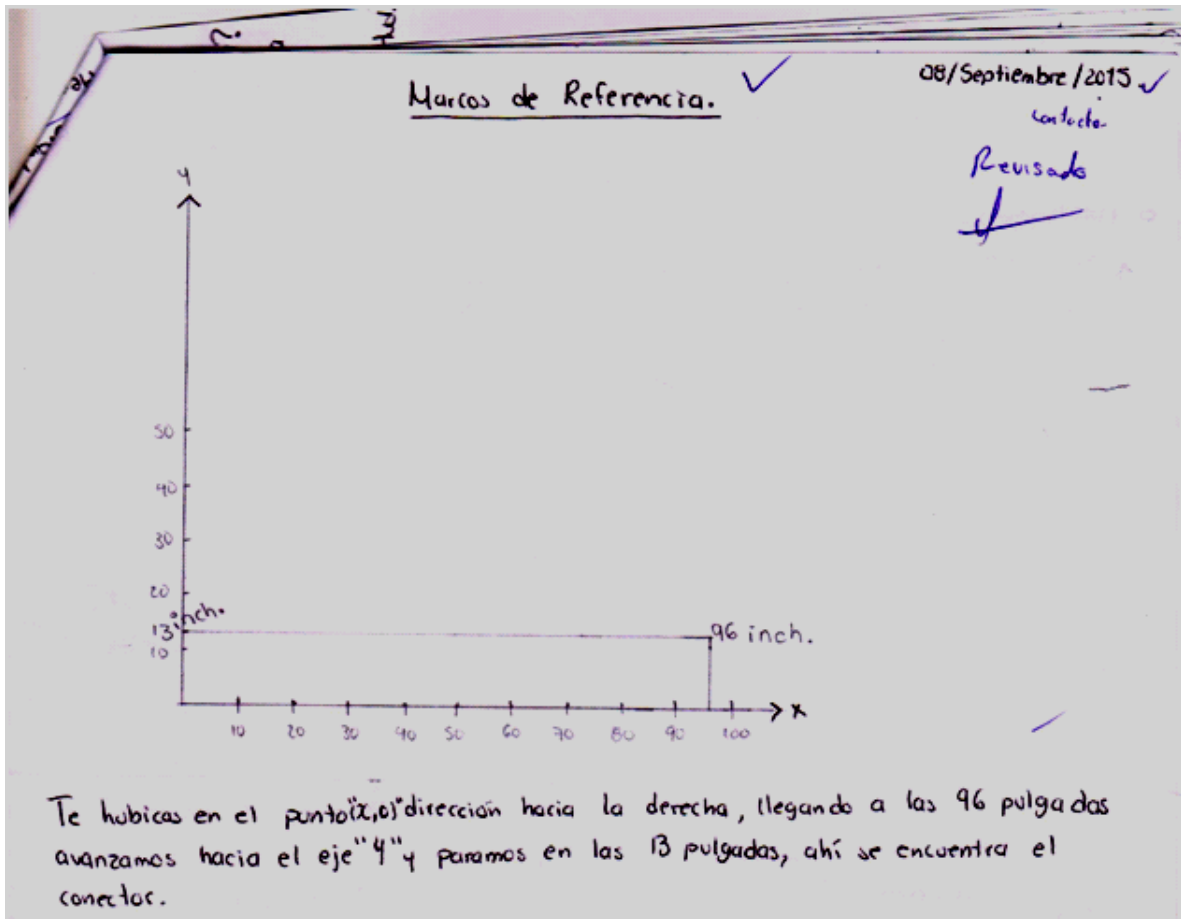


Figura E.2.4: Se muestra el trabajo realizado por otro de los equipos, donde tenían que ubicar un contacto en el salón de clases. El trabajo da evidencia que dicho equipo no comprendió del todo el concepto de marco de referencia al aplicarlo de manera poco eficaz en la actividad.

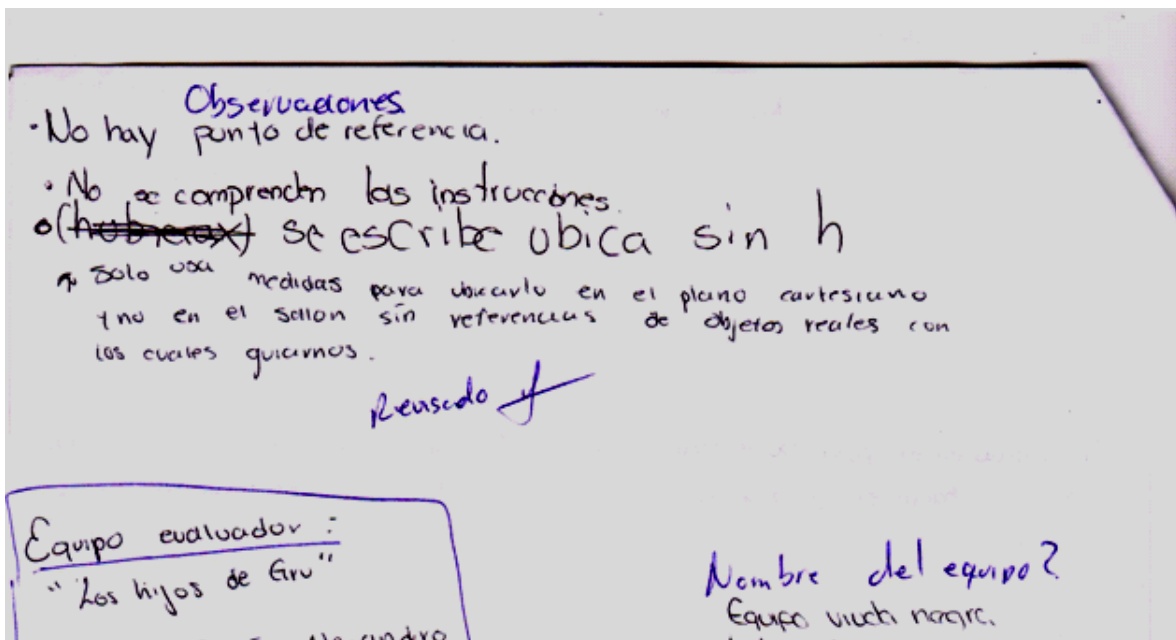


Figura E.2.5: Se muestra la evaluación del trabajo del equipo que realizó lo mostrado en la Figura E.2.4 por otro equipo. Se refleja que el equipo evaluador comprendió el concepto de marco de referencia al evaluar a sus compañeros de manera eficaz y acertada.

E.3. Posición

Tiempo estimado 1 hora.

Materiales necesarios: regla graduada, transportador.

Objetivos docentes:

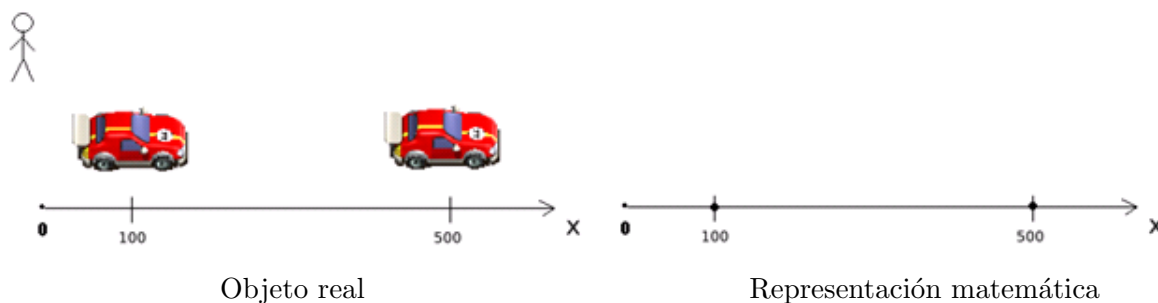
Que el estudiante:

- Estructure el concepto de cantidad vectorial y escalar.
- Distinga entre cantidades escalares y vectoriales.
- Explique de manera verbal con ayuda de graficas, esquemas o dibujos los conceptos de marco de referencia, partícula y posición.

Inicio

El docente inicia retomando parte de la actividad Marcos de referencia 2, preguntando a los estudiantes si ¿no tuvieron dificultades al determinar qué posición reportar del objeto asignado? Ya fuera un banco, el pizarrón del salón, el bote de basura, etc. Reportar la posición de las patas de la silla o donde se sienta la gente. Las posibles repuestas esperadas son; si, no o ni siquiera nos habíamos percatado de eso.

Escuchando sus respuestas (no más de 5 minutos), el docente les explica que para facilitar las cosas en la representación matemática los objetos reales son representados por puntos dotados de características como la masa del objeto que representa, el docente se vale de dibujos en el pizarrón o de imágenes como las siguientes:



Se explica que a esta representación matemática de un objeto real en un marco de referencia se le llama partícula puntual y su posición está determinada por las coordenadas cartesianas definidas por el observador (10 minutos máximo).

Se prosigue con la siguiente actividad:

Desarrollo

Posición

Objetivo de la actividad:

- Ubicar las posiciones de una partícula puntual en un plano cartesiano bidimensional.

Instrucciones:

- Se le dice a los estudiantes que representen de manera grafica las diferentes posiciones en las que se encontraba una partícula puntual (se puede hacer referencia que esa partícula puntual representa a uno de sus compañeros), expresadas como parejas ordenadas. (2 minutos máximo para la explicación de este punto)

Posiciones de Mucharraz (por decir algo)

A= (1m, 2m) ejemplo

B= (2m, 1m) revisión

C= (5m, 4m)

D= (6m, 2m)

E= (1m, 5m)

F= (4m, 2m)

G= (1m, 3m)

H= (5m, 2m)

- El docente instruye directamente a los estudiantes realizando la primera posición, especificando que los ejes deben estar a escala, y para lo que viene, esta escala debe de ser la misma en ambos ejes, además de que se deben de especificar las unidades en que están graduados los ejes, colocar un punto y las coordenadas de la partícula puntual en la gráfica (5 minutos para este punto).
- La segunda posición la realiza un estudiante tomado al azar en el pizarrón para cerciorarse que se entendió lo que se va a hacer (3 minutos máximos).
- De manera individual los estudiantes grafican las demás posiciones, pueden asesorarse con sus compañeros, el maestro está atento a dudas y a corregir. A cada equipo se le asigna una posición para graficar en el pizarrón (tiempo máximo 10 minutos).
- Ya que se encuentren todas las posiciones en el pizarrón el profesor introduce el concepto de cantidad vectorial y escalar con base en la actividad. (no más de 5 minutos)

Sugerencia para explicar:

Explicación del docente a los estudiantes: *“Si se fijan en cada posición, podemos unir el origen del sistema cartesiano que representa a nuestro marco de referencia, al punto que representa a alguna posición de la partícula con una línea, que al final, donde se encuentra la partícula, acaba con una flecha, y esa flecha se le llama vector de posición, en física solamente se le llama posición, ya que se hace una distinción entre las cantidades que se pueden describir de manera vectorial y las que no, a estas últimas se les conoce como escalares”.*

- El docente pregunta de manera abierta ¿habían escuchado de estas cantidades antes? ¿Cuáles son sus características? ¿Qué las diferencia? recibe las respuestas en una rueda de ideas y estructura con base en ellas los conceptos de cantidad vectorial y escalar. (no más de 5 minutos).

Una cantidad es **vectorial** cuando a esta cantidad se le puede dotar de 3 características: *magnitud, dirección y sentido*.

Una cantidad es **escalar** cuando sólo se le puede dotar de una característica: *su magnitud*.

Cierre

• Se le pide a los estudiantes determinar la magnitud, dirección y sentido de las posiciones de la partícula puntual considerada al inicio (posición de su compañero). Para la magnitud se sugiere medir la longitud de la flecha que une al origen al punto cartesiano que representa la ubicación de su compañero. Para la dirección se propone determinar el ángulo de la flecha con respecto al eje x. Y para el sentido se determina por la punta de la flecha. El profesor va revisando los resultados de los estudiantes durante el transcurso de la actividad. (tiempo estimado 15 min).

Referencias bibliográficas:

Definición de los conceptos Marco de Referencia y Posición:

– F. Uroza José Antonio (2013), Implementación de tecnologías de fácil acceso en el desarrollo de prácticas de laboratorio en los cursos de Física I y II del Colegio de Ciencias y Humanidades, Reporte de actividad de apoyo a la docencia para obtener el grado de Físico, Facultad de Ciencias, UNAM.

Estrategias de aprendizaje cooperativo o colaborativo:

– Barkley Elizabeth F. et al (2007), Técnicas de aprendizaje colaborativo, Manual para el profesorado universitario, EDICIONES MORATA, S. L., Madrid, España.

Evidencias del cumplimiento de los objetivos de la actividad:

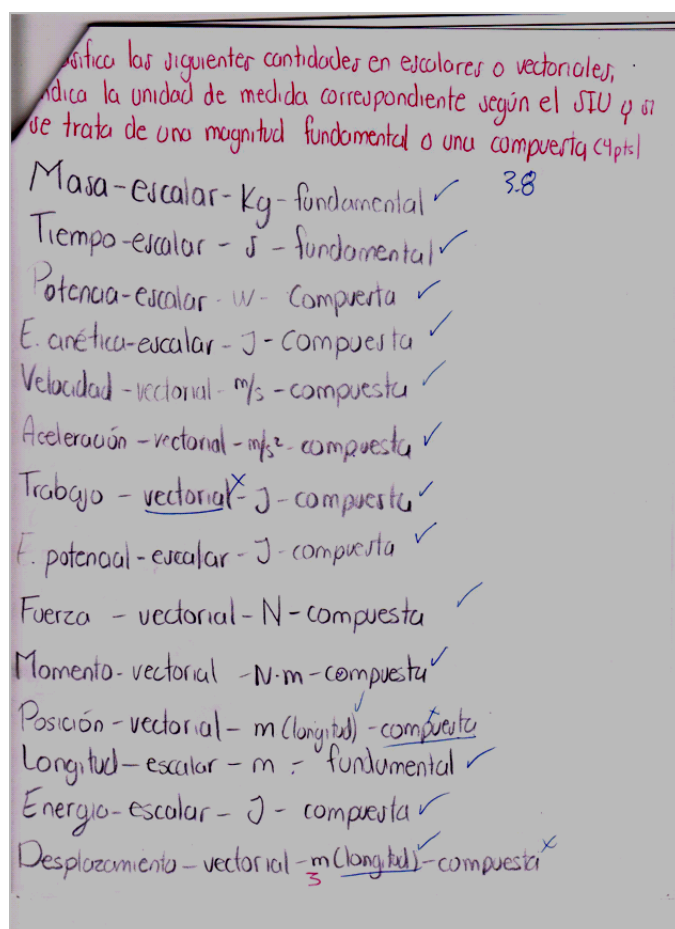


Figura E.3.1: Se muestra la respuesta de un equipo a la pregunta de examen que se exhibe en la imagen. Se refleja que el equipo comprendió los conceptos de cantidad escalar y vectorial, al indicar que tipo de cantidad es cada magnitud; también se observa la comprensión de los conceptos de magnitud física fundamental y compuesta, además de demostrar como mínimo una comprensión y análisis factual de cada una de las magnitudes. Al indagar en el equipo mediante el examen oral, las respuesta erróneas fueron debido a la poca comprensión factual de la magnitud física correspondiente.

E.4. Caminantes

Tiempo estimado de la actividad 2 hr.

Objetivo de la actividad:

- Describir el movimiento de una persona caminando en línea recta en una gráfica de Posición vs Tiempo

Objetivos docentes: Que el estudiante:

- Implemente los conceptos de marco de referencia, partícula puntual y posición en diferentes situaciones de su vida cotidiana.
- Evalúe las diferencias entre la concepción coloquial de velocidad y la definición de velocidad en Física.

Materiales:

Masking tape.

1 flexómetro por equipo.

Inicio

El profesor da las siguientes indicaciones a los estudiantes.

Instrucciones:

- Cada equipo elige a una persona que sea el caminante, la tarea consiste en caminar según las indicaciones que les toque a cada equipo (30 segundos).
- Se le da indicaciones a cada equipo de cómo y desde donde parte el caminante según su marco de referencia (30 segundos).

Propuesta de instrucciones para los caminantes:

- ★ Comenzar desde el origen, caminar con paso normal.
 - ★ Comenzar desde el origen, caminar con paso gallina (el paso consiste en poner el talón de un pie junto a la punta del otro).
 - ★ Comenzar a tres metros del origen, caminar con paso normal.
 - ★ Comenzar a tres metros del origen, caminar con paso gallina.
 - ★ Comenzar del origen, esperar 5 segundos para caminar con paso gallina.
 - ★ Comenzar a 3 metros del origen, esperar 5 segundos para caminar con paso gallina.
- Un miembro de cada equipo se encarga de cronometrar el tiempo (30 segundos).
 - Otro miembro de poner marcas sobre el suelo (30 segundos).
 - Cada equipo fija un marco de referencia unidimensional, ya que el caminante sólo se mueve en línea recta (5 minutos).
 - Los equipos marcan cada dos segundos en el suelo con el masking tape la posición del caminante, esto hasta llegar a un tiempo de 16 segundos, se recomienda marcar la posición del talón posterior al andar (5 minutos).

- Miden y registran de manera individual la posición del caminante y el tiempo que le tomó llegar a esta en una tabla, este paso y el anterior lo repiten dos veces (10 minutos).
- Si las instrucciones no quedan claras el profesor pone un ejemplo de cómo realizar la actividad (no más de 5 minutos), y está atento a las dudas que surjan durante el transcurso de la actividad

Desarrollo

De manera individual se realiza en el cuaderno una gráfica posición vs tiempo con los datos obtenidos por el equipo, el primer integrante en acabar de cada equipo pasa al pizarrón a realizar su gráfica (10 minutos)

El profesor pregunta de manera abierta al grupo ¿cómo calcularían la velocidad del caminante de su equipo? Y recibe las respuestas en una rueda de ideas y pide a los estudiantes que realicen lo que comentaron, y con base en sus respuestas el docente amplía y etiqueta preconceptos para identificar a la velocidad como una cantidad vectorial que se define como la variación del cambio de posición con respecto al intervalo de tiempo en que sucio dicho cambio, se introduce el concepto de desplazamiento y distancia, se utiliza el método de exposición-discusión para la explicación (20 minutos).

El docente enseña a los estudiantes con instrucción directa a calcular la velocidad de su compañero y de cualquier móvil haciendo referencia a la gráfica de posición vs tiempo (que es lo mismo que determinar la pendiente de la línea recta dibujada) (10 minutos).

Cada equipo determina la magnitud de la velocidad de su caminante tomando diferentes intervalos de tiempo, se explica a los estudiantes que la magnitud de la velocidad se conoce también como rapidez (15 minutos).

Cada equipo registra la actividad en su portafolio de equipo (10 minutos).

Cierre

Los estudiantes realizan una recapitulación de las definiciones de cada uno de los conceptos vistos en la clase para terminar con la actividad, llenando la siguiente tabla. Se selecciona al azar estudiantes que pasen a llenar la siguiente tabla en el pizarrón (10 minutos):

Cantidad Física (Concepto)	Definición (con tus palabras)	Tipo de Cantidad (escalar o vectorial)	Unidad de medida en el SI
Posición			
Desplazamiento			
Velocidad			
Distancia			

Para reafirmar lo aprendido se les deja de tarea a los estudiantes realizar gráficas de “posición contra tiempo” de los siguientes objetos:

- Una persona trotando en línea recta con una rapidez de 2 m/s partiendo desde el origen del marco de referencia.

- Una persona trotando en línea recta con una rapidez de 2 m/s partiendo a 5 metros del origen del marco de referencia.
- Una persona trotando en línea recta con una rapidez de 2 m/s esperando 10 segundos para iniciar a trotar, partiendo del origen del marco de referencia.

Sugerencias:

La respuesta común que se esperaría de los estudiantes con respecto a cómo calcular la velocidad es: “dividiendo la distancia entre el tiempo”. Sin embargo es una definición limitada, para un caso particular donde sólo se calcula su magnitud, sin tener en cuenta la dirección y el sentido.

Primero hay que saber a qué se refieren los estudiantes cuando dicen distancia entre tiempo, se sugiere preguntar al grupo mediante un problema que refleje que es lo que entienden por distancia, y en una rueda de ideas recibir sus respuestas, para que con base en ellas definir la distancia como la longitud de la línea recta que une dos puntos en el espacio.

Teniendo claro el concepto de distancia, se pregunta al grupo a qué distancia se refieren, si:

1. A la distancia que hay del origen del marco de referencia a la posición del caminante.
2. La distancia que hay entre una posición y otra consecutiva.

Para la primera respuesta se puede manejar el ejemplo donde se calcule la velocidad del caminante partiendo del reposo, haciendo referencia a su gráfica, contraponiéndolo a un caminante que se queda en reposo a 3 metros del origen y con base en su gráfica (una línea recta horizontal) calcular la velocidad, lo que daría una contradicción, ya que normalmente los estudiantes confunden la distancia que recorre el objeto con lo que está representado en la gráfica posición vs tiempo. Con esta contradicción se menciona que la manera en que se calculó la velocidad en el primer ejemplo es un caso particular de la definición general, se pregunta:

¿Qué se necesita para especificar la velocidad de un objeto?

¿Qué nos dice la velocidad de un objeto, la distancia que recorre o el cambio de posición en un intervalo de tiempo?

Se recibe sus respuestas en una rueda de ideas para introducir el concepto de desplazamiento y construir el concepto de velocidad.

Con respecto a que la velocidad sea la distancia entre el tiempo se debe de especifica a los estudiantes que sólo es la magnitud de la velocidad en un caso particular, en un movimiento rectilíneo uniforme.

Definiciones

Distancia: longitud de la línea recta que une dos puntos en el espacio.

Desplazamiento: cambio de posición, es una cantidad vectorial.

Velocidad: cambio de posición (desplazamiento) entre el intervalo de tiempo que se dio dicho cambio o variación del cambio de posición (desplazamiento) con respecto al intervalo de tiempo.

Nota: siempre al hablar de la velocidad, desplazamiento y posición hay que hacer referencia a un objeto real, ya que estas cantidades son propiedades físicas de un objeto real medidas por un observador, puede causar confusión si se manejan como objetos más que como propiedades.

Referencias bibliográficas:

Definición de conceptos:

– F. Uroza José Antonio (2013), Implementación de tecnologías de fácil acceso en el desarrollo de prácticas de laboratorio en los cursos de Física I y II del Colegio de Ciencias y Humanidades, Reporte de actividad de apoyo a la docencia para obtener el grado de Físico, Facultad de Ciencias, UNAM.

Estrategias de aprendizaje cooperativo o colaborativo:

– Barkley Elizabeth F. et al (2007), Técnicas de aprendizaje colaborativo, Manual para el profesorado universitario, EDICIONES MORATA, S. L., Madrid, España.

Estrategias de enseñanza generales:

– D. Eggen P. and P. Kauchk D. (2009), Estrategias docentes: Enseñanza de contenidos curriculares y desarrollo de habilidades de pensamiento, 3ra ed. Fondo de Cultura Económica, México.

Evidencia:

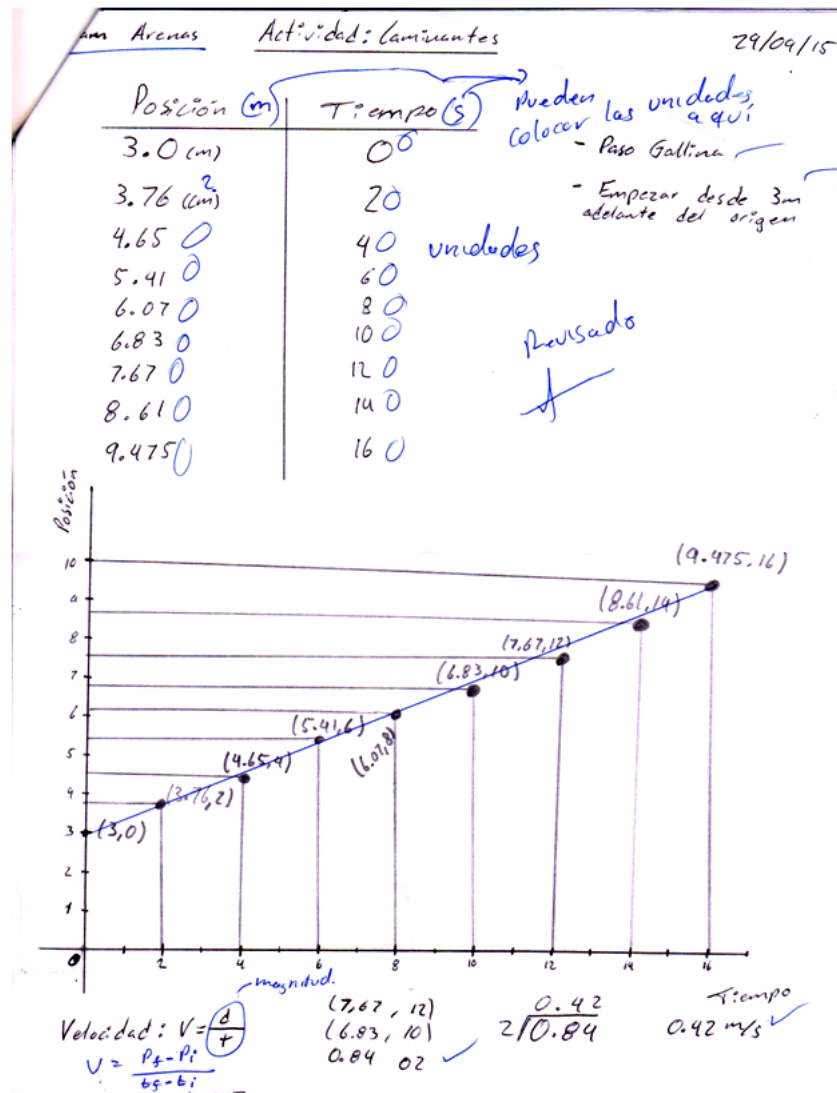


Figura E.4.1: Se muestra el registro de la actividad por uno de los equipos. En la imagen se puede corroborar la comprensión del concepto de velocidad por el equipo; sin embargo, en este punto de la secuencia didáctica aún no se había logrado que los estudiantes de este equipo consideraran importante el especificar las unidades de medida. Además se puede corroborar la comprensión del concepto de marco de referencia al ser utilizado de manera adecuada en la actividad.

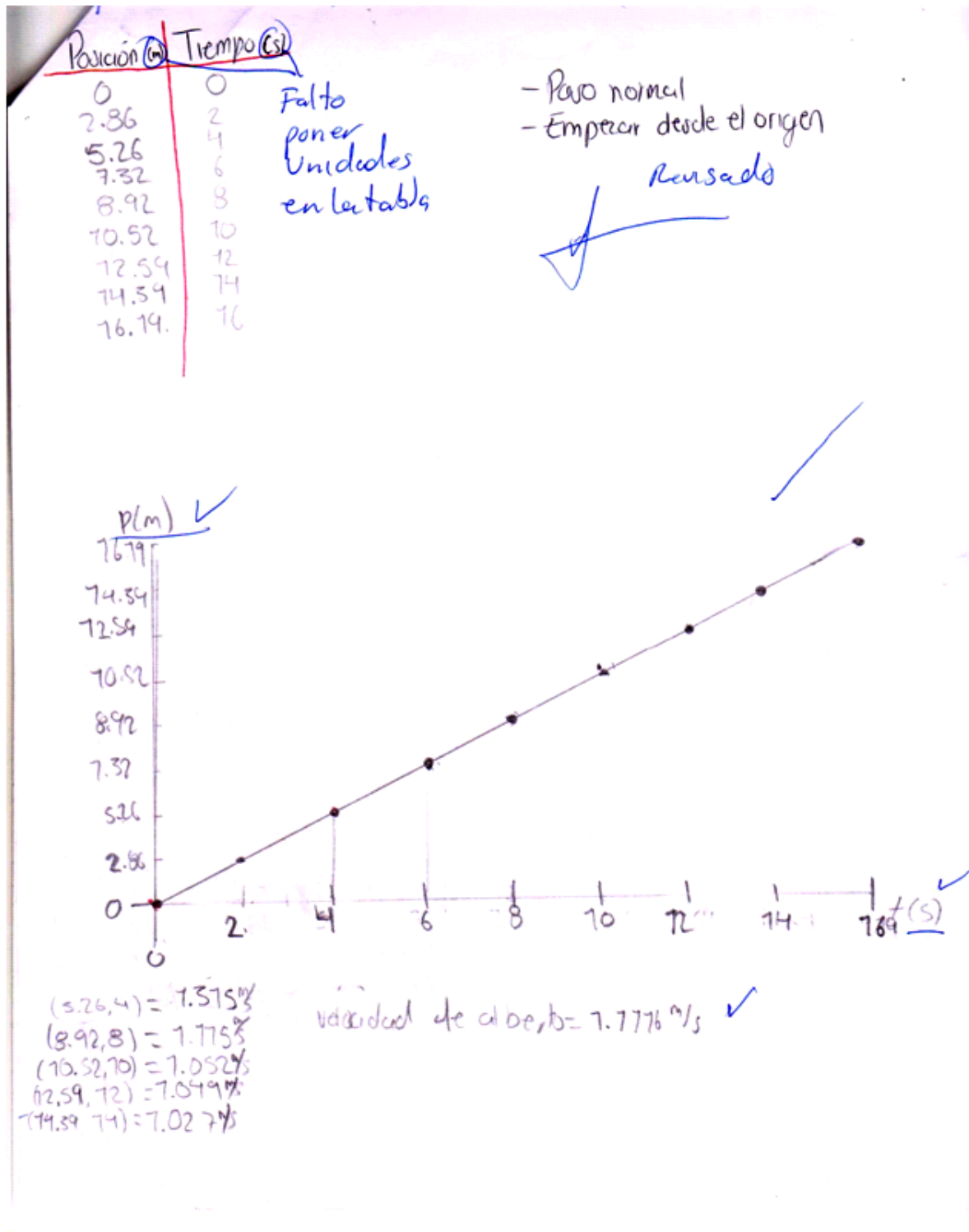


Figura E.4.2: Se muestra el registro de la actividad correspondiente por uno de los equipos. En la imagen se puede corroborar la comprensión del concepto de velocidad por el equipo. A diferencia de la imagen mostrada en la Figura E.4.1 en este punto de la secuencia didáctica, con este equipo se logró que los estudiantes consideraran importante el especificar las unidades de medida. Además se puede corroborar la comprensión del concepto de marco de referencia al ser utilizado de manera adecuada en la actividad.

E.5. Plano inclinado

Inicio

Se revisa la tarea asignada la sesión anterior.

- Mediante la TAC grupos de discusión cada equipo revisa las gráficas de los integrantes y se evalúan entre ellos, una vez llegado a un acuerdo sobre las gráficas, el primer equipo en terminar pasa al pizarrón a realizar la primera gráfica de la tarea, el segundo equipo en terminar pasa a realizar la segunda gráfica y el tercero en terminar realiza la tercera gráfica.
- El profesor pregunta a los demás equipos si existe alguna discrepancia, y si la hay que la mencione.
- El docente corrige de ser necesario las gráficas basándose en los comentarios de los equipos, y re-actualiza a los estudiantes.
- Se concluye la revisión de la tarea y se pasa a la siguiente actividad, el tiempo estimado para la revisión es de 15 a 20 minutos.

Tiempo estimado de la actividad 1:30 hr.

Objetivo de la actividad:

- Describir el movimiento de una canica cayendo en línea recta sobre un plano inclinado en una gráfica de Posición vs Tiempo.

Objetivos docentes:

- Implemente los conceptos de marco de referencia, partícula puntual y posición en diferentes situaciones de su vida cotidiana.
- Identifique a la aceleración como el cambio de velocidad de un móvil en un intervalo de tiempo.
- Identifique los conceptos de partícula, marco de referencia, posición, desplazamiento, velocidad y aceleración.
- Diferencie el concepto de velocidad del de aceleración.

Materiales:

Masking tape.

1 flexómetro por equipo.

Un plano inclinado.

Un balón o canica.

El profesor da las siguientes indicaciones a los estudiantes.

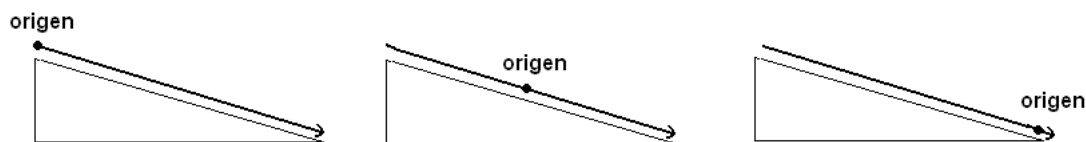
Instrucciones:

- Se les indica a los estudiantes que realicen las mediciones de la posición del balón con un marco de referencia unidimensional dado por un eje paralelo a lo largo del plano inclinado.
- El docente designa orígenes distintos a cada par de equipos.

Propuesta para el origen del marco de referencia sobre el plano inclinado: ★ El origen en la parte más alta del plano inclinado

★ El origen en la parte de en medio del plano inclinado

★ El origen en la parte más baja del plano inclinado



Marcos de referencia propuestos para determinar la posición del balón

- Cada equipo coloca el plano inclinado de tal forma que la canica tarde en llegar de la parte alta a la parte baja del plano un tiempo de 5 a 6 segundos (finalizando este punto se estima un tiempo transcurrido de 15 minutos).
- Un miembro de cada equipo se encarga de cronometrar el tiempo.
- Otro miembro del equipo pone marcas sobre el plano inclinado.
- Los equipos marcan cada segundo en el plano inclinado con el masking tape, la posición del balón al caer de la parte más alta a la más baja del plano inclinado (5 minutos).
- Miden y registran en una tabla de manera individual la posición del balón desde el marco de referencia asignado y el tiempo que le tomó llegar a cada posición, este paso y el anterior lo repiten dos veces más (10 minutos).
- Si las instrucciones no quedan claras el profesor pone un ejemplo de cómo realizar la actividad (no más de 5 minutos), y está atento a las dudas que surjan durante el transcurso de la actividad.

Desarrollo

De manera individual los estudiantes dibujan en su cuaderno una gráfica posición vs tiempo con los datos obtenidos por el equipo, el primer integrante de cada equipo pasa al pizarrón a dibujar su gráfica (10 minutos).

El profesor pregunta de manera abierta al grupo ¿hay alguna diferencia entre esta gráfica y la realizada en la actividad de los caminantes? ¿la forma de la gráfica depende del origen del marco de referencia? recibe las respuestas en una rueda de ideas y pide a los estudiantes que calculen la velocidad del balón considerando los datos recopilados.

Realizado el cálculo, cada equipo escribe sus resultados en el pizarrón, lo que se espera es que los resultados de las velocidades difieran de manera creciente, con esto el docente utiliza el método de exposición-discusión para introducir el concepto de aceleración como el cambio de la de la velocidad de un móvil con respecto al tiempo, relacionándolo con la gráfica obtenida de la caída del balón y los resultados de las velocidades calculadas. Aquí el docente puede hacer referencia a los experimentos realizados por Galileo, sobre la caída libre, describiendo las dificultades que enfrentó, y la ecuación a la que llegó para describir el MUA, después de realizar bastantes experimentos con planos inclinados (20 minutos).

El docente enseña a los estudiantes con instrucción directa a calcular la aceleración de un móvil con aceleración constante haciendo referencia a la gráfica de posición vs tiempo del balón, utilizando la ecuación que describe el MUA de un cuerpo partiendo desde el reposo (10 minutos).

Cierre

Cada equipo determina la magnitud de la aceleración del balón tomando diferentes posiciones y tiempos (15 minutos).

Cada equipo registra la actividad en su portafolio de equipo (10 minutos).

Para reafirmar lo aprendido se les deja de tarea a los estudiantes realizar gráficas de “posición contra tiempo” de los siguientes objetos:

- Un automóvil que parte del reposo y se mueve en línea recta con una aceleración de 2 m/s² partiendo desde el origen del marco de referencia, durante 10 segundos.
- Un automóvil que parte del reposo y se mueve en línea recta con una aceleración de 4 m/s² partiendo desde el origen del marco de referencia, durante 10 segundos.

Referencias bibliográficas:

Definición de conceptos:

– F. Uroza José Antonio (2013), Implementación de tecnologías de fácil acceso en el desarrollo de prácticas de laboratorio en los cursos de Física I y II del Colegio de Ciencias y Humanidades, Reporte de actividad de apoyo a la docencia para obtener el grado de Físico, Facultad de Ciencias, UNAM.

Estrategias de aprendizaje cooperativo o colaborativo:

– Barkley Elizabeth F. et al (2007), Técnicas de aprendizaje colaborativo, Manual para el profesorado universitario, EDICIONES MORATA, S. L., Madrid, España.

Estrategias de enseñanza generales:

– D. Eggen P. and P. Kauchk D. (2009), Estrategias docentes: Enseñanza de contenidos curriculares y desarrollo de habilidades de pensamiento, 3ra ed. Fondo de Cultura Económica, México.

Evidencia:

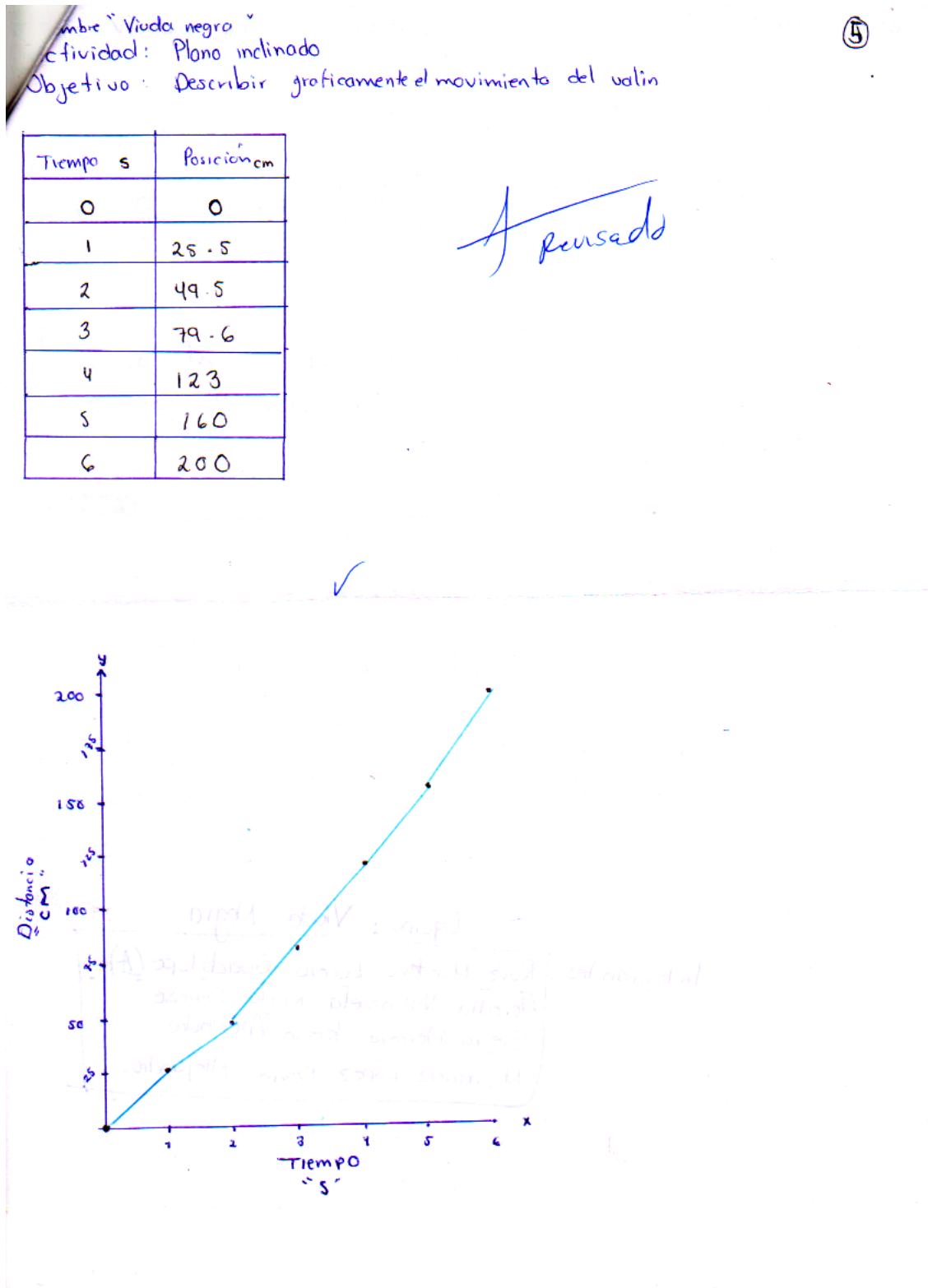


Figura E.5.1: Se muestra el registro de la actividad correspondiente por uno de los equipos. En este punto de la secuencia didáctica, con este equipo se logró que los estudiantes consideraran importante el especificar las unidades de medida. Así mismo se logró que identificaran con una gráfica de posición vs tiempo el MUA de una partícula. También se refleja la comprensión del concepto de marco de referencia al aplicarlo de manera adecuada en la actividad.

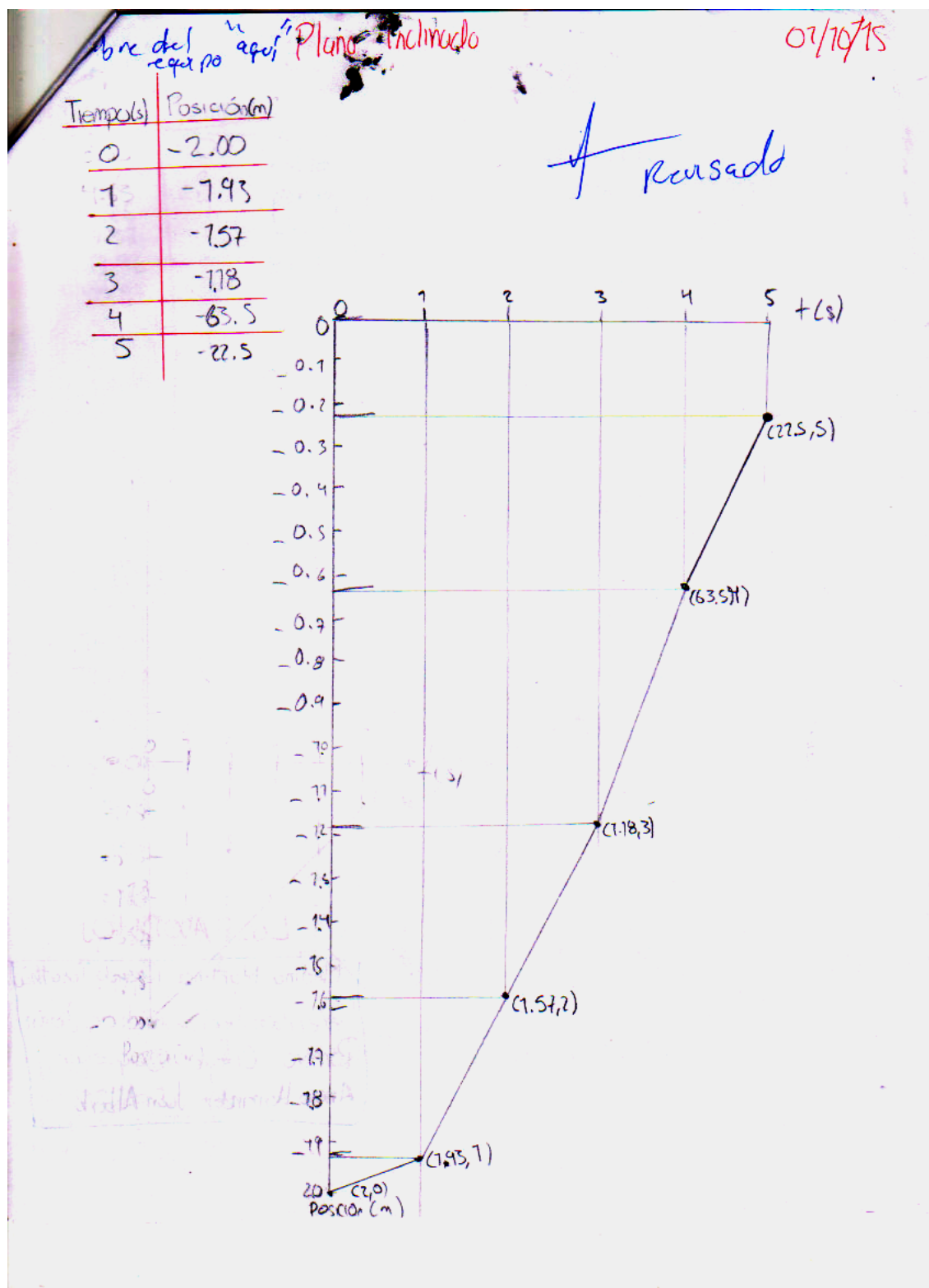


Figura E.5.2: Se muestra el registro de la actividad correspondiente por uno de los equipos. En este punto de la secuencia didáctica, con este equipo se logró que los estudiantes consideraran importante el especificar las unidades de medida. Así mismo se logró que identificaran con una gráfica de posición vs tiempo el MUA. También se refleja la comprensión del concepto de marco de referencia al aplicarlo de manera adecuada en la actividad.

Apéndice F

Exámenes

F.1. Examen Diagnóstico

El examen tiene la finalidad de conocer con que saberes cuentas, influirá en la evaluación del curso como parte del portafolio individual, y será considerado en el redondeo de cifras decimales en la calificación final del curso.

Instrucciones:

Contesta en hojas blancas las siguientes preguntas de forma detallada, en caso de no saber la respuesta escribe como la encontrarías o que necesitarías para encontrarla.

Reglas de evaluación:

1. Lo que se evaluará en el examen será el proceso de resolución de cada problema sin importa el resultado obtenido.
2. Las respuestas se considerarán validas si es coherente al leerla, en caso contrario será invalida.
3. En caso de tener más del 50 % de respuestas inválidas el examen se considerará como no entregado.

Preguntas

1. El Comité Internacional de Pesos y Medidas (CIPM) es un órgano cuya función es asegurar la uniformidad de las unidades de medida en el mundo, ya sea por acción directa o por medio de propuestas que se presentan en la Conferencia General de Pesas y Medidas que se celebra aproximadamente cada 4 años. Al conjunto de unidades de medida reconocidas por el CIPM es denominado Sistema Internacional de Unidades (SI). El CIPM decidió tener un conjunto mínimo de unidades básicas del SI, las cuales se presentan a continuación:

Unidad	Símbolo
Metro	m
Kilogramo	kg
Segundo	s
Ampere	A
Kelvin	K
Mol	mol
Candela	cd

Cada una de las unidades base tiene su propia definición y sirve para medir alguna magnitud física fundamental de un objeto o fenómeno en la naturaleza; por ejemplo, el kilogramo se define como la masa de un cilindro compuesto de una aleación de platino e iridio que se conserva en la Oficina Internacional de Pesas y Medidas.

- a) Con lo anterior, escribe que magnitud física mide cada unidad base del SI.
- b) El m^3 es la unidad para medir el volumen, así como m^2 es para el área y el newton (N) es para la fuerza, explica con tus palabras de forma argumentativa ¿por qué estas unidades no son consideradas como unidades básicas del SI?
- c) Determina en que situaciones de tu vida cotidiana utilizas alguna unidad base del SI y descríbelas de forma escrita (usando dibujos, esquemas, etc.), haciendo énfasis en la unidad que utilizas y cómo la utilizas.

2. El tiempo de reacción de una persona (TR) se entiende como “el tiempo que tarda en reaccionar a un estímulo externo”, esto toma bastante relevancia cuando se conduce un automóvil, ya que en una eventualidad, el tiempo de reacción que tenga un chofer frente algún obstáculo imprevisto puede ser la diferencia entre la vida o la muerte.

En seguridad vial se ha definido la distancia de detención de un automóvil en movimiento como la suma de la distancia de reacción y la distancia de frenado, donde la distancia de reacción es la distancia que recorre el auto durante el tiempo de reacción del chofer y la distancia de frenado es la distancia que recorre el auto cuando el conductor acciona los frenos hasta que se detiene. En la siguiente tabla se muestran valores promedio en asfalto seco:

Velocidad del automóvil (Km/hr)	Distancia de reacción (m)	Distancia de frenado (m)	Distancia de detención (m)
36	7.5	5.0	12.5
72	15	20	35
108	22.5	45	67.5

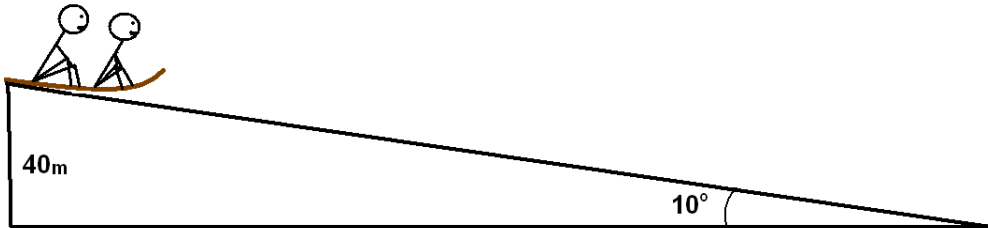
- a) Según los datos de la tabla, ¿qué tiempo de reacción tiene un chofer promedio?
- b) ¿Cuál es la distancia de detención de un automóvil que va a una velocidad de 90 km/h?
- c) Un automóvil viaja por la autopista México-Pachuca un domingo a las 8 de la noche a una velocidad de 120 km/h con dirección hacia el D.F., adelante del camino un perro callejero entra al carril donde el automóvil viaja, ¿a qué distancia el chofer del auto debe de divisar al perrito para poder detener el auto?

3. El movimiento de un automóvil se describe por medio de la siguiente ecuación:

$x(t) = 25 + 40t - 5t^2$, donde $x(t)$ representa la posición del auto en función del tiempo.

- ¿cuál es la distancia recorrida del auto después de 5 segundos?
- ¿después de 6 segundos?
- Realiza una gráfica posición vs tiempo del movimiento del vehículo.

4. Miguelito y Ramoncito se deslizan sobre una colina con una tabla de madera lo suficientemente grande para que los dos se suban en ella, en el siguiente dibujo se ilustra la situación:



Miguelito tiene una masa de 30kg y Ramoncito una masa de 27kg, despreciando la fricción de la tabla con el suelo de la colina y la del aire ¿cuánto tiempo tardarán en bajar de la colina? ¿qué velocidad tendrán al final de la colina?

F.2. Exámenes de la segunda unidad de Física I Fenómenos Mecánicos

F.2.1. Examen teórico

El examen se entregará en la fecha acordada entre el profesor y los estudiantes, según los lineamientos de la evaluación.

Al inicio de la pregunta se indica el valor en puntos.

Las respuestas deben de ser lo más detalladas posibles, pueden valerse de dibujos, esquemas, explicaciones escritas, entre otros.

Preguntas

(2pt) ¿Qué es lo que se hace en Física?

(2pt) ¿Cual es la diferencia entre una cantidad escalar y una vectorial?

(4pt) Clasifica las siguientes cantidades en escalares o vectoriales, indica la unidad de medida correspondiente según el Sistema Internacional de Unidades y si se trata de una magnitud fundamental o una compuesta:

Masa	Tiempo	Potencia	Energía cinética
Velocidad	Aceleración	Trabajo	Energía potencial
Fuerza	Momento o ímpetu	Posición	
Longitud	Energía	Desplazamiento	

(4pt) Explica cómo se definen los siguientes conceptos en Física:

- ★ Marco de Referencia
- ★ Desplazamiento
- ★ Aceleración
- ★ Posición
- ★ Velocidad
- ★ Energía Cinética
- ★ Energía Potencial
- ★ Trabajo
- ★ Potencia

(2pt) ¿Cuál es la diferencia entre la velocidad y la aceleración de un objeto?

(2pt) ¿Describe lo que es un Marco de Referencia inercial?

(1pt) ¿De qué depende el momento o ímpetu de un objeto?

(2pt) Menciona lo que es una magnitud física y da 3 ejemplos de magnitudes que utilices en tu vida cotidiana, explica a detalle como las utilizas.

(1pt) Menciona lo que dicen las 3 leyes de Newton.

(3pt) Da 2 ejemplos de cómo puedes aplicar cada ley de Newton a tu vida diaria, en total son 6 ejemplos.

(1pt) ¿Qué es lo que dice el principio de conservación de la energía?

(1pt) Menciona el principio de conservación del momento.

(2pt) Determina el trabajo que se realiza al aplicar las siguientes fuerzas sobre una caja de 100kg que se encuentra en el piso liso y la desplazan 10m:

★ $F_1 = 30N$, paralela al piso.

★ $F_2 = 37N$, paralela al piso.

★ $F_3 = 50N$, paralela al piso.

★ $F_4 = 30N$, con un ángulo respecto al piso de 30° .

★ $F_5 = 37N$, con un ángulo respecto al piso de 30° .

★ $F_6 = 50N$, con un ángulo respecto al piso de 30° .

(2pt) Calcula la energía cinética de los siguientes objetos con respecto a Miguelito que los ve moverse con esa rapidez:

★ Un auto de 1.2 toneladas a 40km/h.

★ Ramoncito de 80kg a 1.5m/s.

★ Una moto con su conductor cuya masa es de unos 160kg a 40km/h.

(2pt) Calcula la energía potencial de Jobcito, cuya masa es de 60kg, a 2.5m, 5m, 7.5m de altura respecto al suelo de la planta baja de su casa.

(2pt) Cual es la energía potencial de Carlitos con respecto al suelo del primer piso de su casa (a 2.5m del suelo de la planta baja) si se encuentra en el tercer piso (a 7.5m del suelo de la planta baja).

(2pt) Cuál es la magnitud del momento de los siguientes objetos:

★ Un auto de 1.2 toneladas a 40km/h.

★ Ramoncito de 80kg a 1.5m/s.

★ Una moto con su conductor cuya masa es de unos 160kg a 40km/h.

(2pt) Determina la magnitud de la aceleración de un balón de futbol cuya masa es de 420g, si se le aplican diferentes fuerzas con las siguientes magnitudes:

★ $F_1 = 270N$.

$$\star F_2 = 250N.$$

$$\star F_3 = 235N.$$

$$\star F_4 = 245N.$$

(3pt) Miguelito observa una pelota que está quieta sobre el piso del vehículo en el cual viaja, de repente la pelota se mueve sin que nadie o algo la tocara, ¿cómo explicarías este fenómeno?

(3pt) Carlos necesita colocar cajas de 100kg a una altura de 5m, para ello necesita un motor que cargue las cajas por medio de un sistema de poleas en un tiempo máximo de 30s ¿qué potencia mínima deberá tener el motor?

(3pt) Realiza una gráfica cualitativa de “posición vs tiempo” y otra de “velocidad vs tiempo” de una pelota que sube y cae de forma vertical.

Problemas

(2pt) El Comité Internacional de Pesos y Medidas (CIPM) es un órgano cuya función es asegurar la uniformidad de las unidades de medida en el mundo, ya sea por acción directa o por medio de propuestas que se presentan en la Conferencia General de Pesas y Medidas que se celebra aproximadamente cada 4 años. Al conjunto de unidades de medida reconocidas por el CIPM es denominado Sistema Internacional de Unidades (SI). El CIPM decidió tener un conjunto mínimo de unidades básicas del SI, las cuales se presentan a continuación:

Unidad	Símbolo
Metro	m
Kilogramo	kg
Segundo	s
Ampere	A
Kelvin	K
Mol	mol
Candela	cd

Cada una de las unidades base tiene su propia definición y sirve para medir alguna magnitud física fundamental de un objeto o fenómeno en la naturaleza; por ejemplo, el kilogramo se define como la masa de un cilindro compuesto de una aleación de platino e iridio que se conserva en la Oficina Internacional de Pesas y Medidas.

- Con lo anterior, escribe que magnitud física mide cada unidad base del SI.
- El m^3 es la unidad para medir el volumen, así como m^2 es para el área y el newton (N) es para la fuerza, explica con tus palabras de forma argumentativa ¿por qué estas unidades no son consideradas como unidades básicas del SI?
- Determina en que situaciones de tu vida cotidiana utilizas alguna unidad base del SI y descríbelas de forma escrita (usando dibujos, esquemas, etc.), haciendo énfasis en la unidad que utilizas y cómo la utilizas.

(5pt) El tiempo de reacción de una persona (TR) se entiende como “el tiempo que tarda en reaccionar a un estímulo externo”, esto toma bastante relevancia cuando se conduce un automóvil, ya que en una eventualidad, el tiempo de reacción que tenga un chofer frente algún obstáculo imprevisto puede ser la diferencia entre la vida o la muerte.

En seguridad vial se ha definido la distancia de detención de un automóvil en movimiento como la suma de la distancia de reacción y la distancia de frenado, donde la distancia de reacción es la distancia que recorre el auto durante el tiempo de reacción del chofer y la distancia de frenado es la distancia que recorre el auto cuando el conductor acciona los frenos hasta que se detiene. En la siguiente tabla se muestran valores promedio en asfalto seco:

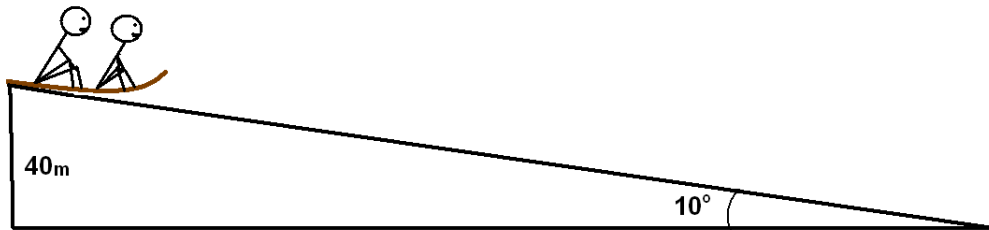
Velocidad del automóvil (km/h)	Distancia de reacción (m)	Distancia de frenado (m)	Distancia de detención (m)
36	7.5	5.0	12.5
72	15	20	35
108	22.5	45	67.5

- Según los datos de la tabla, ¿qué tiempo de reacción tiene un chofer promedio?
- ¿Cuál es la distancia de detención de un automóvil que va a una velocidad de 90 km/h?
- Un automóvil viaja por la autopista México-Pachuca un domingo a las 8 de la noche a una velocidad de 120 km/h con dirección hacia el D.F., adelante del camino un perro callejero entra al carril donde el automóvil viaja, ¿a qué distancia el chofer del auto debe de divisar al perrito para poder detener el auto?

(5pt) El movimiento de un automóvil se describe por medio de la siguiente ecuación: $x(t) = 25 + 40t - 5t^2$, donde $x(t)$ representa la posición del auto en función del tiempo.

- ¿cuál es la distancia recorrida del auto después de 5 segundos?
- ¿después de 6 segundos?
- Realiza una gráfica posición vs tiempo del movimiento del vehículo.

(5pt) Miguelito y Ramoncito se deslizan sobre una colina con una tabla de madera lo suficientemente grande para que los dos se suban en ella, en el siguiente dibujo se ilustra la situación:



Miguelito tiene una masa de 30kg y Ramoncito una masa de 27kg, despreciando la fricción de la tabla con el suelo de la colina y la del aire ¿cuánto tiempo tardarán en bajar de la colina? ¿qué velocidad tendrán al final de la colina?

(6pt) Ramoncito viaja en su auto a 60km/h de izquierda a derecha con respecto a Miguelito que se encuentra en la banqueta, al mismo tiempo Miguelito ve pasar a Jobcito en su Cadillac a 80 km/h de derecha a izquierda y a Sandrita en su Pontiac a 70km/h de izquierda a derecha; teniendo en cuenta que Miguelito tiene una masa de 85kg, Ramoncito de 79kg, Jobcito de 60kg y Sandrita 55kg calcula:

- ★ El momento que tienen las cuatro personas con respecto a Miguelito.
- ★ El momento que tienen Miguelito y Ramoncito respecto a Sandrita.
- ★ La energía cinética de los 4 respecto a Miguelito.
- ★ La energía cinética de Miguelito y Sandrita respecto a Jobcito.

(3pt) Un volkswagen sedan de 1968 conducido por Alberto circula por calzada de la viga a 60 km/hr, Alberto se distrae contestando su teléfono celular durante 3 segundos, enfrente de él hay un bache a 25 metros de distancia que no diviso cuando contesto su celular, ¿Alberto caerá en el bache? Si en lugar del bache se encontrará Juanito, el cual por efectos del alcohol estuviera en medio de la avenida ¿Alberto lo arrollaría? ¿En cuánto tiempo pasaría el percance desde que contesta Alberto el teléfono?

(2pt) El tiempo de reacción de una persona sana en promedio es menor a un segundo, sin embargo si se encuentra en estado de ebriedad este tiempo puede alcanzar los 2 segundos, lo cual tiene que ver con Diego, que después de estar en la fiesta de su amiga decide irse a su casa en estado de ebriedad en su Caribe vw; yendo por el eje central a las 11:30pm con una rapidez de 95 km/hr, el semáforo cambia a rojo cuando Diego se encuentra a 50 metros de distancia de él. ¿Alcanzará Diego a frenar antes de pasarse el semáforo?

(4pt) Alejandro era un joven muy flojo que, utilizando sus supuestos conocimientos de física, no quería ayudar a su mamá a jalar el refrigerador de su casa. Alejandro le decía a su mamá:

“¿Para qué quieres que jale el refrigerador?, si según la tercera ley de Newton, a toda fuerza de acción corresponde una fuerza de reacción igual en magnitud pero sentido contrario, si yo jalo el refrigerador con cierta fuerza, según lo que afirma la tercera ley, el refrigerador me jalará a mí con la misma fuerza pero en sentido contrario, de manera que ¿para qué jalo el refrigerador? Si éste me va a jalar con la misma fuerza y así no lo voy a mover.”

¿Alejandro tiene razón? Si no, ¿cómo refutarías su argumento?

F.2.2. Examen práctico**Objetivos:**

1. Determinar de manera experimental el tiempo promedio de reacción de una persona.
2. Describir de manera gráfica el movimiento de una persona que corre 150m a todo lo queda y determinar la fuerza promedio que actúa sobre la persona, así como el tiempo en que se aplica.
3. Determinar la Fuerza promedio con la que un estudiante patea un balón de futbol y describir el movimiento del balón de manera grafica, esquemática y escrita.

F.3. Examen de la tercera unidad de Física II

Física y tecnologías contemporáneas

F.3.1. Examen teórico

El examen se entregará en la fecha acordada entre el profesor y los estudiantes, según los lineamientos de la evaluación.

Al final de la pregunta se indica el valor en puntos.

Las respuestas deben de ser lo más detalladas posibles, pueden valerse de dibujos, esquemas, explicaciones escritas, entre otros.

Cuerpo negro y ley de Wien

Describe con tus palabras ¿qué es el cuerpo negro y cómo se puede modelar? (2pt.)

¿Qué forma tiene la gráfica de la intensidad de radiación del cuerpo negro en función de la longitud de onda y qué información puedes obtener a partir de ella? (2pt.)

Describe de forma general el comportamiento del cuerpo negro con relación a su temperatura. (2pt.)

¿Qué es lo que afirma la ley de desplazamiento de Wien y qué aplicaciones tiene? (2pt.)

¿Qué hipótesis hizo Planck para describir el comportamiento de la radiación del cuerpo negro? (1pt.)

Ramoncito fue a un observatorio para admirar las estrellas, mientras observaba el cielo con el telescopio del observatorio observó que algunas estrellas se veían rojas y otras de color azul. Debido a que Ramoncito nunca había visto esto le preguntó al encargado del observatorio el porqué esas estrellas tenían diferentes colores, el encargado le respondió que era por su temperatura. Si es correcto lo que le dijeron a Ramoncito ¿qué estrellas tienen una mayor temperatura, las que se ven color rojo o las de color azul? Sí la longitud de onda predominante de una estrella que vio Ramoncito es de 470nm ¿qué temperatura aproximadamente tiene esa estrella? (3pt.)

Efecto fotoeléctrico

¿Qué variables físicas describen al efecto fotoeléctrico? (2pt.)

¿De qué depende que una placa metálica emita electrones al hacer incidir en su superficie luz de un solo color? Explica tu respuesta. (3pt.)

Ordena de mayor a menor según su energía a los siguientes haces de luz de colores: rojo, azul, verde, naranja, amarillo. Explica tu respuesta. (3pt.)

Describe de manera detallada que ocurre en el efecto fotoeléctrico. (3pt.)

La energía necesaria para arrancar un electrón de la superficie de una placa de sodio es de $3.96 \times 10^{-19} \text{ J}$, teniendo esto en cuenta ¿cuál es la frecuencia de la luz a la cual la placa de sodio empezará a emitir electrones si se alumbra con ella? (5pt.)

Se alumbra una placa de Zinc con una luz cuya longitud de onda es de 400nm, se conoce que la energía necesaria para arrancar electrones de una placa de Zinc es de $6.410 \cdot 10^{-19} \text{ J}$, la pregunta es ¿la placa al ser alumbrada con esta luz de color violeta emitirá electrones? En caso de que emita electrones calcule la energía cinética de los electrones emitidos por la placa. (5pt.)

Espectros de emisión y absorción y modelo atómico de Bohr

Explica con tus palabras que es un espectro de emisión. (2pt.)

Explica con tus palabras que es un espectro de absorción. (2pt.)

Describe un método para observar el espectro de emisión de un gas. (3pt.)

¿Puede pasar que dos gases distintos emitan el mismo espectro de emisión? Explica tu respuesta. (2pt.)

¿Las longitudes de onda observadas en un espectro de emisión de un determinado gas son las mismas que faltan en su espectro de absorción? Explica tu respuesta. (2pt.)

Describe con tus palabras los postulados del modelo atómico de Bohr. (2pt.)

Explique ¿por qué en el espectro del átomo de Hidrógeno se pueden observar un espectro discreto? (3pt.)

Describe al menos tres modelos atómicos con sus características y menciona sus diferencias principales. (2pt.)

El modelo atómico de Bohr afirma que los electrones giran alrededor del núcleo como lo hacen los planetas alrededor del sol, esta afirmación ¿es cierta o falsa? Explica tu respuesta. (4pt.)

Explica desde el punto de vista del modelo atómico de Bohr cómo es que se produce el espectro de emisión de un gas. (3pt.)

Explica desde el punto de vista del modelo atómico de Bohr cómo es que se produce el espectro de absorción de un gas. (3pt.)

¿Qué energía tendría el electrón del átomo de hidrógeno estando en el cuarto orbital? Sí el mismo electrón perdiera energía y pasara al tercer orbital qué longitud de onda tendría el fotón emitido por la pérdida de energía del electrón? (5pt.)

