



Universidad Autónoma de Zacatecas

“Francisco García Salinas”

Unidad Académica de Docencia Superior

Doctorado en Gestión Educativa y Políticas Públicas

¿Cómo se generan los aprendizajes significativos en física desde el cambio conceptual?

Tesis

que para obtener el grado de

Doctor en Gestión Educativa y Políticas Públicas

Presenta:

Iván Michael Alvarado Mayorga

Asesor:

Dr. Miguel García Guerrero

Zacatecas, Zac., junio de 2024

Carta de aval de Director de Tesis

Dr. Raúl Sosa Mendoza
Director de la Unidad Académica de Docencia Superior

Dr. Marco Antonio Elías Salazar
Responsable del Programa de Doctorado en Gestión Educativa y Políticas Públicas
Presentes.

Por este conducto hago constar que –en mi carácter de asesor– he supervisado el desarrollo de la tesis “¿Cómo se generan los aprendizajes significativos en física desde el cambio conceptual?”, trabajo de investigación de Iván Michael Alvarado Mayorga, estudiante de la primera generación del Doctorado en Gestión Educativa y Políticas Públicas. Hago constar que el documento ha sido revisado por el equipo de lectores designado para la evaluación de la tesis y la retroalimentación obtenida se ha integrado a la versión final de la tesis.

Con base en lo anterior, apruebo el presente documento y otorgo mi aval para su defensa como tesis para que Iván presente el examen para obtener el grado de Doctor en Gestión Educativa y Políticas Públicas.

Atentamente,



Dr. Miguel García Guerrero
Director de Tesis

Zacatecas, Zac. a 31 de mayo de 2024

Carta de aval de Director de Tesis

Dra. Samanta Deciré Bernal Ayala
Coordinadora del Departamento Escolar Central
Universidad Autónoma de Zacatecas
Presente.

Por este conducto hago constar que –en mi carácter de asesor– he supervisado el desarrollo de la tesis “¿Cómo se generan los aprendizajes significativos en física desde el cambio conceptual?”, trabajo de investigación del Mtro. Iván Michael Alvarado Mayorga, estudiante de la primera generación del Doctorado en Gestión Educativa y Políticas Públicas.

Hago constar que el documento ha sido revisado por el equipo de lectores designado para la evaluación de la tesis y la retroalimentación obtenida se ha integrado a la versión final de la tesis. De tal suerte, se cumple con todos los requisitos para proceder a la disertación del trabajo de investigación.

Con base en lo anterior, apruebo el presente documento y otorgo mi aval para su defensa como tesis para que Iván presente el examen para obtener el grado de Doctor en Gestión Educativa y Políticas Públicas.

Atentamente,



Dr. Miguel García Guerrero
Director de Tesis

Zacatecas, Zac. a 3 de junio de 2024

Dedicatoria

A mi esposa Citlalli Soledad, porque incansablemente ayudó con todo su amor, comprensión y paciencia durante mi proceso, entendiendo lo importante que fue para mí este texto. Sin duda tú lo hiciste posible.

A Dios, quien me brindó sabiduría para plasmar las ideas con claridad en la presente tesis dando el mensaje correcto a los profesores que, como yo, nos preocupamos por la didáctica de las ciencias, entendiendo la importancia de la formación científica básica de nuestros alumnos en México.

Agradecimientos

La presente tesis se realizó con la ayuda del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología (CONAHCYT). Agradezco infinitamente el apoyo a la institución por haberme otorgado una beca nacional para generar conocimiento en la didáctica de las ciencias durante el proceso de mis estudios de posgrado en la Universidad Autónoma de Zacatecas “Francisco García Salinas”, en la Unidad Académica de Docencia Superior, para culminar el Doctorado en Gestión Educativa y Políticas Públicas.

A mi asesor de tesis que a la vez funge como director de la misma, el Dr. Miguel García Guerrero, quien con todo su conocimiento y sabiduría, con su paciencia y comprensión, y su inagotable trabajo e interés, aportó con mucho cariño las recomendaciones y sugerencias que me permitieron culminar este proceso. Interesado por la generación de conocimiento científico, preocupado por el aprendizaje de la física, y exponente de divulgación científica, mi respeto y admiración por toda su ayuda. Gracias Dr. Miguel, por cruzarse en mi camino.

Además doy las gracias al Dr. Domingo Cervantes Barragán quien con sus exhaustivas revisiones a mi trabajo, me brindó desinteresadamente su conocimiento para mejorar los aspectos equívocos que cometí en el camino para mejorar mi trabajo, sus aportaciones al contenido y la forma, fueron pilar fundamental. Por supuesto a la Dra. Norma Ávila Báez, quien con sus pacientes aportes desde una perspectiva profunda, brindó las retroalimentaciones para mejorar el trabajo. Agradezco a la Dra. Yanira Xiomara De La Cruz Castañeda, por aceptar revisar mi trabajo y poner énfasis en los puntos débiles para mejorar siendo la Dra., que me entrevistó al ingreso del programa doctoral y ahora años después me encuentro con la satisfacción de poderle decir: gracias por su ayuda Dra. De igual manera, agradezco el interés y aceptación por leer el documento a la Dra. Darly Alina Ku Euan, quien al final pudo encontrar aspectos que hasta el momento se me habían escapado corregir, lo que contribuyó a cerrar el trabajo de la mejor forma. Gracias a todos mis profesores doctores y quienes fueron parte de este proceso.

Agradezco al Dr. Juan Ignacio Pozo Municio, destacando a mi asesor por contactarlo para que se interesara el leer mi trabajo. Sin duda, los comentarios y observaciones sobre la tesis que tuvo a bien realizar, me adelantaron años de conocimiento para poder entender aspectos sobre el cambio conceptual y el aprendizaje significativo que de otra manera no lo hubiese hecho. Gracias Dr. Pozo.

¿Cómo se generan los aprendizajes significativos en física desde el cambio conceptual?

Resumen

La presente tesis es producto de una investigación en didáctica de las ciencias con estudiantes de educación secundaria, específicamente en la asignatura de física. Por lo general, los alumnos se acercan a la ciencia en la educación formal con un abordaje tradicional que poco refleja la esencia del trabajo científico, lo cual repercute en la baja aceptación de las materias científicas debido a que la calidad del proceso es deficiente. La metodología del cambio conceptual para el aprendizaje de las ciencias surge como una propuesta que permite la construcción de aprendizajes significativos, en tanto se haga énfasis en la fase del conflicto cognitivo. El aprendizaje significativo, el cambio conceptual, y el conflicto cognitivo, se relacionan para la construcción de conocimiento científico en el aula. Esta propuesta conforma una base en la didáctica de las ciencias porque permite a los alumnos relacionar lo que aprenden con su entorno, explicándose los fenómenos cotidianos, acrecentando el pensamiento crítico. Se parte de la idea de que, problematizando el aprendizaje en el nivel cognitivo de los estudiantes, y ajustándolo a las ideas previas que tienen en relación con el tema, es posible generar aprendizaje significativo.

Palabras clave: Aprendizaje significativo, cambio conceptual, conflicto cognitivo.

How is significant learning in physics generated from conceptual change?

Abstract

This thesis is the product of research in science teaching with secondary education students, specifically in the subject of physics. Generally, students approach science in formal education with a traditional approach that poorly reflects the essence of scientific work, which has an impact on the low acceptance of scientific subjects due to the poor quality of the process. The methodology of conceptual change for science learning emerges as a proposal that allows the construction of meaningful learning, as long as emphasis is placed on the cognitive conflict phase. Meaningful learning, conceptual change, and cognitive conflict are related to the construction of scientific knowledge with secondary education students, emphasizing the subject of physics. This proposal forms a solid foundation in science teaching because it allows students to relate what they learn to their environment, explaining everyday phenomena, increasing critical thinking. It is based on the idea that by problematizing learning at the cognitive level of students, and adjusting it to the previous ideas they have in relation to the topic, it is possible to generate significant learning.

Keywords: Meaningful learning, conceptual change, cognitive conflict.

¿Cómo se generan los aprendizajes significativos en física desde el cambio conceptual?

Índice general

Protocolo	12
Antecedentes del problema	12
Planteamiento del problema y justificación	14
Objetivos.....	20
General	20
Específicos	20
Preguntas de investigación	20
Pregunta central.....	20
Preguntas secundarias	21
Supuesto hipotético	21
Hipótesis.....	21
Perspectiva teórica	21
Metodología.....	22
1. Introducción	24
1.1 Una mirada sociopolítica de la educación secundaria en México	31
1.2 El educacionismo en la educación secundaria.....	40
2. Descripción del contexto del problema objeto de estudio.....	46
2.1 Descripción del grupo de estudio	46
2.2 Contexto del estudio.....	49
2.2.1 Contexto social.....	49
2.2.2 Contexto escolar.....	50
2.2.3 Contexto áulico	52
3. Marco teórico-conceptual.....	55
3.1 Aprendizaje significativo	57
3.2 Cambio conceptual	62
3.2.1 Ideas previas en el cambio conceptual	69
3.2.2 Epistemología de la ciencia. Base del cambio conceptual.....	72
3.3 Planteamiento de situaciones problema mediante el conflicto cognitivo	77
4. Estudios relevantes sobre el cambio conceptual. Una mirada desde el aprendizaje significativo	82

4.1 Cambio conceptual en ciencias	82
4.1.1 Tipos de cambio conceptual.....	85
4.1.2 Elementos para propiciar el cambio conceptual	88
4.1.1.2 Actividades para producir cambio conceptual.....	94
4.2 Conflicto cognitivo: planteamiento de situaciones problema	95
4.3 La construcción de aprendizaje significativo en la didáctica de las ciencias	104
5. Metodología: investigación – acción en las ciencias	112
5.1 Paradigma de investigación	112
5.2 Metodología de investigación.....	113
5.3 Método de investigación.....	115
5.4 Enfoque de investigación	117
5.5 Instrumentos de investigación	117
6. Proyecto de intervención: aprendizajes significativos por medio del cambio conceptual	120
6.1 Propósitos	121
6.2 Organización de los contenidos de aprendizaje.....	121
6.3 Supuestos teóricos metodológicos.....	123
6.3.1 Postura pedagógica	124
6.3.2 Postura psicológica	124
6.3.3. Postura epistemológica	125
6.3.4 Postura sociológica	126
6.4. Presentación de resultados.....	126
6.5 Duración del proyecto	127
6.6 Acciones generales de enseñanza	128
7. ¿Cómo aprenden física los estudiantes de educación secundaria? Análisis de los resultados de la investigación.....	130
7.1 Conflicto cognitivo.....	131
7.2 Cambio conceptual en física.....	159
7.3 Aprendizaje significativo en ciencias	211
8. Conclusiones	233
Bibliografía.....	243
Anexos.....	257
Anexo 1. Instrumentación didáctica: el movimiento de los objetos.....	257
Anexo 2. Instrumentación didáctica: fuerza y movimiento del SARS-COV-2.....	288

Índice de tablas

Tabla 1. Descriptores genéricos de logro en la prueba PLANEA.....	39
Tabla 2. Paradigmas de formación docente	44
Tabla 3. Personal que integra la escuela secundaria	51
Tabla 4. Relaciones del aprendizaje significativo	60
Tabla 5. Proceso metodológico del cambio conceptual	91
Tabla 6. Enfoques del cambio conceptual.....	92
Tabla 7. Características y tipos de aprendizaje significativo	107
Tabla 8. Esquema para analizar las situaciones problema	143
Tabla 9. Análisis de la situación problema por una estudiante de física.....	144
Tabla 10. Cuadro para ejemplificar el balance de las ideas previas.....	152
Tabla 11. Análisis cualitativo del balance de las ideas previas.....	153
Tabla 12. Análisis de la situación problema por una estudiante de física.....	155
Tabla 13. Plan de acción creado por una alumna a partir del análisis de la situación problema .	156
Tabla 14. Organización de los equipos a manera de comisiones por parte de los estudiantes	158
Tabla 15. Cuadro para conocer las ideas previas de los estudiantes respecto del movimiento ...	160
Tabla 16. Datos que explican la trayectoria para concursar en las Olimpiadas de Atletismo	167
Tabla 17. Sistematización de investigación y ordenamiento de datos a partir del proceso de investigación.....	169
Tabla 18. Datos de rapidez de la comisión de matematización	175
Tabla 19. Datos de velocidad de Alejandra, integrante de la comisión de matematización	176
Tabla 20. Cálculos de rapidez de Alejandra y de la comisión de matematización	177
Tabla 21. Cálculos de velocidad de Alejandra.....	178
Tabla 22. Datos de aceleración de Alejandra.....	184
Tabla 23. Cálculos de aceleración de Alejandra	185
Tabla 24. Datos de rapidez: hombres	191
Tabla 25. Sistematización matemática de rapidez: hombres.....	192
Tabla 26. Datos de rapidez: mujeres	195
Tabla 27. Sistematización matemática de rapidez: mujeres.....	195
Tabla 28. Datos de velocidad: hombres	198
Tabla 29. Datos de velocidad: mujeres	200
Tabla 30. Datos de aceleración: hombres.....	202
Tabla 31. Datos de aceleración: mujeres.....	204
Tabla 32. Proceso didáctico del cambio conceptual para el tema de movimiento.....	208
Tabla 33. Revisión del cambio de las ideas previas a científicas.....	209
Tabla 34. Datos para la velocidad del SARS-COV-2.....	218
Tabla 35. Sistematización matemática de la velocidad del SARS-COV-2.....	219
Tabla 36. Datos de aceleración del SARS-COV-2.....	223
Tabla 37. Sistematización matemática de aceleración del SARS-COV-2.....	224
Tabla 38. Datos de fuerza para el SARS-COV-2.....	228
Tabla 39. Sistematización matemática de fuerza del SARS-COV-2.....	229

Índice de figuras

Figura 1. Diagrama en tres pasos sobre el cambio conceptual.....	69
Figura 2. Proceso metodológico para conocer la situación problema.....	146
Figura 3. Rectas de rapidez: comisión de matematización	174
Figura 4. Recta de velocidad por tramos de Alejandra	175
Figura 5. Gráfica de rapidez de Alejandra	180
Figura 6. Gráfica de velocidad de Alejandra.....	181
Figura 7. Recta de velocidad terminada de Alejandra	182
Figura 8. Rectas de aceleración de Alejandra	183
Figura 9. Gráfica de aceleración de Alejandra	187
Figura 10. Recta de aceleración terminada de Alejandra.....	188
Figura 11. Recta de rapidez: hombres	190
Figura 12. Gráfica de rapidez: hombres	193
Figura 13. Recta de rapidez: mujeres	194
Figura 14. Gráfica de rapidez: mujeres	196
Figura 15. Gráfica de velocidad: hombres	199
Figura 16. Gráfica de velocidad: mujeres	201
Figura 17. Gráfica de aceleración: hombres.....	203
Figura 18. Gráfica de aceleración: mujeres.....	206
Figura 19. Recta de velocidad del SARS-COV-2 por el mundo hasta llegar a México	217
Figura 20. Recta terminada de velocidad del SARS-COV-2 por el mundo hasta llegar a México	220
Figura 21. Gráfica de velocidad del SARS-COV-2.....	221
Figura 22. Recta de aceleración del SARS-COV-2 por el mundo hasta llegar a México.....	222
Figura 23. Recta terminada de aceleración del SARS-COV-2 hasta llegar a México	225
Figura 24. Gráfica de aceleración del SARS-COV-2	226
Figura 25. Recta de fuerza del SARS-COV-2 por el mundo hasta llegar a México	227
Figura 26. Recta terminada de fuerza del SARS-COV-2 por el mundo hasta llegar a México ...	230

Protocolo

Antecedentes del problema

Recientemente la Secretaría de Educación Pública (SEP) de México, otorgó al Centro Nacional para la Evaluación de la Educación Superior (Ceneval) la anuencia para organizar la prueba: Programa para la Evaluación Internacional de los Estudiantes, (PISA), por sus siglas en inglés, llevada a cabo por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). El estudio se llevó a cabo a nivel mundial valorando el rendimiento académico en lectura, matemáticas y ciencias, a finales del año 2022. Los resultados, para México, fueron deficientes puesto que dos de cada tres estudiantes no alcanzan el nivel básico de aprendizaje en matemáticas, y en ciencias se obtuvo el peor puntaje de todos los países (PISA, 2022). Esto habla de la urgencia para teorizar en didáctica de las ciencias y la necesidad de crear nuevas formas de enseñar y entender el aprendizaje. Como refieren Pozo y Gómez:

Cunde entre los profesores de ciencias, especialmente en la educación secundaria, una creciente sensación de desasosiego, de frustración al comprobar el limitado éxito de sus esfuerzos docentes. En apariencia los alumnos cada vez aprenden menos y se interesan menos por lo que aprenden. Esa crisis de la educación científica, que se manifiesta no solo en las aulas sino también en los resultados de la investigación en didáctica de las ciencias, es atribuida por muchos a los cambios educativos introducidos en los últimos años en los currículos de ciencia, en el marco general de las reformas educativas (2013, p. 18).

Frecuentemente se nota como los profesores en educación secundaria tienen una formación pedagógica rudimentaria en ciencias, sin cumplir con los elementos mínimos de preparación (American Association for the Advancement of Science [AAAS], 1997), que se requiere para hacer frente a las demandas actuales que la escuela necesita. Argumenta Colín (2014), como es que a casi a 100 años de la creación de la educación secundaria en México, siguen ocurriendo los mismos problemas que antes, y es que en palabras de la American Association for the Advancement of Science (AAAS, 1997), los profesores que pretenden enseñar ciencias, poseen una carga administrativa abrumadora, lo que les quita tiempo de calidad en la enseñanza; además, los métodos que implementan impiden el avance educativo puesto que los planes de estudio están descontextualizados y son tan cambiantes que borran de raíz los avances de los planes anteriores, sin darle continuidad a lo ya establecido.

Muchas otras veces, los docentes enseñan física desde ejemplos teóricos sin que existan conocimientos prácticos aplicables a la vida diaria (Veglia y Galfrascoli, 2021), lo que genera

desmotivación por la lejanía de los contenidos con las ideas que poseen los alumnos (Alonso, 1999). Se recomienda saber que, “cuando el conocimiento se estructura de forma fragmentada e inconexa, el aprendiz puede saber mucho sobre un área, pero, si no puede movilizar sus saberes hacia otras áreas, será incapaz de usar ese conocimiento para resolver problemas relevantes de la vida real” (SEP, 2017, p. 112). Este tipo de conocimiento se conoce como inerte (Perkins, 2000), porque tendrían que aplicarlo solo en la forma y condición en la que fue aprendido.

Los profesores creen enseñar los conocimientos científicos de forma relevante, pero lo cierto es, que, tras largos periodos de escolarización, los estudiantes vuelven a las ideas que tenían antes de la instrucción científica (Rayas, 2004; Pozo y Flores, 2007; Veglia y Galfrascoli, 2021). Para abatir este fenómeno, se concibe la idea de que al conflictuar a los estudiantes para desequilibrar lo que saben, se puede construir aprendizaje significativo. Es decir, al plantear una situación problema que genere conflicto, los estudiantes al proceder a la solución modificarán sus ideas erróneas sobre el fenómeno estudiado haciéndolas científicas, lo que generará aprendizaje significativo. La metodología para llevar a cabo este proceso en la didáctica de las ciencias se denomina cambio conceptual (Pozo, 2006; Pozo y Flores, 2007; Pozo y Gómez, 2013).

Los antecedentes de estos conceptos: aprendizaje significativo, cambio conceptual y conflicto cognitivo los encontramos justo en la segunda mitad del siglo pasado. Uno de los primeros que se preocupó por el conflicto en la mente de los sujetos que aprenden, desde su desarrollo personal en distintas fases de su crecimiento fue Piaget, al estudiar el desarrollo mental comprendió cómo se construye el conocimiento en los sujetos, donde el conflicto es una etapa crucial para poder aprender. De hecho, se pueden relacionar estas ideas de Piaget como antelación al aprendizaje significativo, pues la asimilación, equilibrio y acomodación piagetianas expresan un proceso significativo de aprendizaje (Rodríguez, 2011).

Posteriormente Barlett y Kelly en 1932 y 1995 respectivamente, indagaron sobre las ideas previas (Rayas, 2004). Enseguida Vygotsky (1995), planteó algunas problemáticas que presentaba Piaget en su teoría, pero afirmó que era cierto que cuando existe conflicto, se van reestructurando las ideas iniciales. Luego, Bruner (2018), expresó cómo, a partir de las construcciones conceptuales y las experiencias socioculturales, el conflicto permite construir aprendizaje significativo. Con estos dos autores, se ejemplificó que el aprendizaje sería más significativo en tanto mayor sea la capacidad de generar modelos mentales cada vez más explicativos y predictivos en la mente de los alumnos.

En resumen, la propuesta de aprendizaje significativo mediante la presentación de un conflicto cognitivo, tiene antecedentes en Piaget, Vygotsky y Bruner.

Planteamiento del problema y justificación

El autor del presente trabajo se desempeña como profesor de educación secundaria en la asignatura de ciencias y tecnología II., física, en la Escuela Secundaria General “Constituyentes de 1917”, en Jerez, Zacatecas con los grupos D y E; detallando más adelante las particularidades de ambos, bajo el apartado de la descripción del contexto del problema objeto de este estudio. Se ha observado que, tanto en la escuela secundaria donde se labora, como en otras de la región, la problemática es bastante similar. Los estudiantes de educación secundaria logran aprendizajes superficiales, contrarios a lo que de ellos se espera para su madurez intelectual y su grado formativo; cabe destacar que esto se relaciona con la didáctica que establece el profesor en el aula. Los educandos tienen dificultades para problematizar los fenómenos físicos de su contexto, estando lejos de obtener aprendizajes significativos. Además, los maestros tienen dificultades para que los alumnos consigan reconocer sus ideas previas, y modificarlas cuando son erróneas.

Los docentes encuentran dificultades para atender grupos de educación secundaria como la indisciplina, la desmotivación, ausentismo, dificultades en la comprensión lectora, para las operaciones básicas, el bajo rendimiento académico, poco gusto por las ciencias, y la nula relación entre lo que se aprende en la escuela con su vida diaria. Es bastante notorio como los resultados arrojados por diversas pruebas estandarizadas demuestran que no se obtienen los aprendizajes esperados propuestos en el currículo nacional. Incluso es bastante alta la tasa de rezago educativo para este nivel, así como la mayor tasa de deserción escolar, hasta la fecha de este estudio.

En México durante la encuesta para medir el impacto de la COVID-19 en la educación, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), encontró en la educación secundaria una de las más desfavorecidas (INEGI, 2021). Durante el ciclo escolar 2020-2021 alrededor de la mitad de los alumnos no contó con apoyo de alguna persona en su vivienda para llevar a cabo sus clases.

De igual manera, durante la misma encuesta se encontró que, cerca de la mitad de los estudiantes de todo el país en educación media básica le dedicaron solo entre tres y cinco horas de estudio a la educación, cuando lo normal es entre seis y siete horas. Por su parte, en cuanto a la ayuda que tuvieron de sus padres, solo uno de cada diez papás ayudó en la educación de sus hijos, y seis de

cada diez madres lo hicieron. En el mismo año el INEGI realizó una encuesta, ahora de acceso y permanencia en la educación (INEGI, 2021a), encontrando resultados muy similares, donde solo la mitad de las madres apoyan la educación de sus hijas e hijos, y entre uno y dos de cada padre, esto para la etapa secundaria.

Hasta el año 2010 el grado promedio de escolaridad a nivel nacional era de 8.6 años, equivalente a un poco más de segundo grado de educación secundaria; para 2020 este indicador se ubicó en 9.7 años, lo que indica una escolaridad de primer año de educación media superior. Esto no ha cambiado mucho para Zacatecas, ya que el promedio de escolaridad es de 9.2 años, lo que quiere decir que ahora concluyen la educación secundaria, pero con deficiencias, haciendo que cuando logren ingresar a educación media superior, no puedan terminar el primer semestre, pues al cabo de tres meses de estar en preparatoria, desertan para dedicarse a algún oficio o trabajo informal (INEGI, 2021a).

Solo por debajo de educación media superior, en educación secundaria es donde se encuentra la mayor deserción, reprobación, rezago escolar y baja eficiencia terminal (INEGI, 2021), por ello es imperativo que se teorice y se expliciten metodologías para comprender cómo resolver este problema desde las aulas, entendiéndolo primeramente y transformándolo en consecuencia con intervenciones educativas pertinentes realizadas por los docentes. El estudio tiene relevancia, en tanto se ha encontrado para el caso de estudiantes de educación secundaria, cuentan con familias no integradas, la mayoría con padres no asalariados, nulos hábitos de estudio y bajo grado de escolaridad, afectando en gran medida al rendimiento escolar de los alumnos (Cartagena, 2008; Hernández y Barraza, 2013).

Al principio del ciclo escolar 2022-2023, como una de las primeras actividades el profesor quien realizó esta investigación, y es el autor de la presente tesis, les pidió a los estudiantes que dibujaran un científico, que le pusieran nombre, la forma en que vestía, los materiales que utilizaba, el lugar donde se encontraba trabajando, entre otros aspectos. Posteriormente, se les pidió que explicaran si fue primero la ciencia o la tecnología a lo largo de la historia. Finalmente, el docente les presentó varias teorías científicas que en años escolares anteriores según el currículo nacional habrían revisado como la generación espontánea, el principio de gravedad, la evolución, o el origen del universo; se les cuestionó sobre sus características y si las conocían, así como el nombre de los científicos que las postularon. Una vez que se socializan las ideas que tenían respecto de esos tres

aspectos, la idea que poseen sobre qué es un científico, su concepción histórica de ciencia y tecnología, así como la visión sobre el reconocimiento de las teorías científicas de grados anteriores, se les presentó un texto para contrastar sus respuestas, con las respuestas idóneas respecto de dichas interrogantes.

En este texto se explicaba si fue primero la ciencia o la tecnología, y porque había sido así; expresando que la tecnología había sido primero por el uso de herramientas sin conocimiento científico, y la ciencia después. Además, se explicaban las tres concepciones de la ciencia, la tradicional que tiene un enfoque sensual-empirista, la historicista-heredada con un enfoque positivista, y la concepción ciencia-tecnología-sociedad, la cual tiene un enfoque materialista (SEP, 2006). Enseguida se les presentó el nombre de varios científicos, y cuáles eran sus teorías que habían creado, mismas que ya habían visto con anterioridad en otros grados.

Dicho documento plantea como ciencia tradicional a un científico en un laboratorio, con bata blanca, inteligente, que manipula sustancias y no tiene vida social; sin embargo, se considera a la ciencia actual, cuando se le relaciona con la tecnología y la sociedad, entendiendo que la ciencia es después que la tecnología, pues la manipulación y creación de la técnica es primero que la sistematización de los hechos, donde los científicos construyen ciencia al aire libre, y que pueden producir conocimiento válido y sistematizado científicamente. La ciencia historicista heredada es la mayor proveniente de los medios de comunicación con posturas falsas sobre los científicos, donde solo los más preparados e inteligentes deben hacer ciencia, y no cabe el error en ellos.

En otras palabras, la ciencia tradicional es la postulada solo por científicos quienes son los únicos capacitados para hacer ciencia; la ciencia heredada con un enfoque positivista expresa la ciencia hecha con un método lineal de lo contrario no se considera que exista la construcción de conocimiento científico; y finalmente la concepción de ciencia-tecnología-sociedad, donde la tecnología apoya la construcción del conocimiento científico en un contexto histórico social determinado donde todos pueden hacer ciencia dependiendo de los objetivos que se persigan, este es el enfoque más benéfico para la construcción de conocimiento científico en la educación secundaria.

Así fue como, con lo anterior se encontró que el 95% de los estudiantes tienen una concepción empírica tradicional de la ciencia. El 5% una visión heredada historicista de corte positivista, y

nadie un enfoque dialéctico actual de ciencia-tecnología-sociedad. Posteriormente, respecto de las características y el proceso histórico de la ciencia y la tecnología, de igual manera, 95% de los educandos creen que la ciencia sistemática como la conocemos es primero que la tecnología, y solo 5% tienen la idea de que primero se conformó la tecnología; sin embargo, cuando se les preguntó el porqué de su respuesta correcta sobre la tecnología, nadie pudo explicar, dejando claro que no logran comprender su argumento.

Por otro lado, se concluyó que su visión de ciencia-tecnología-sociedad, es decir, la concepción de que la ciencia y la tecnología están interrelacionadas con lo social, se encontraba influenciada por los medios de comunicación y un enfoque positivista en su proceso académico. Se veía como no encuentran esta relación y la ciencia la atribuyen a explicaciones empíricas sobre los fenómenos, sin relación con lo social, y lo tecnológico se propone por encima de lo científica con poca relación. Una concepción sin duda difícil de modificar.

Se realizó otro estudio al principio del ciclo escolar, referente al dominio de operaciones básicas mediante un examen para conocer cómo comprendían la suma, resta, multiplicación, división, potencia, y notación científica. Se trataba de dar cuenta sobre la suma con dos puntos, con un punto, y sin punto, así para la resta, multiplicación y división; la potencia solo con un exponente; y la notación científica de numeral a decimal, y viceversa. Los resultados no fueron favorables, pues los estudiantes no tenían problemas para las operaciones de suma y resta, hasta que las hacían con dos puntos; además en la resta con dos puntos no sabían qué hacer cuando el resultado era un número negativo.

En la multiplicación los estudiantes hacen las operaciones correctamente, en tanto no se agregue uno o dos puntos, o la cifra a multiplicar sea de tres o más cifras para ambas partes, porque entonces ya no pueden hacer la operación. Por otro lado, pasa algo similar en la división, aunque aquí es mayor el problema, porque tienen dificultad cuando dividen sin punto, con un punto, y con dos.

Del tema relacionado con potencia, no pudieron resolver ningún problema pese a que es un aprendizaje abordado en primer grado de educación secundaria, lo mismo para la notación científica, lo cual genera problemas para la comprensión de los fenómenos científicos con base en el argumento matemático, necesario para la comprensión global del fenómeno, aunque el conocimiento cualitativo sea más importante (Del Carmen, 2006).

Es así como las actividades propuestas se fundan en el positivismo lógico desde una postura sensual–empirista que no favorece el conocimiento científico (DeIVal, 2014; AAAS, 1997; Nieda y Macedo, 1997), menos aún porque prevalece una visión curricular sistémica estructurada por objetivos de aprendizaje (Pansza, 1987), lo anterior permite ubicar a los alumnos en el estadio de operaciones concretas (Piaget, 1957), en lugar de un pensamiento hipotético deductivo o abstracto, que es el que se pretende en el aprendizaje de las ciencias.

Respecto de las habilidades asociadas a la ciencia, a una tercera parte de los alumnos se les dificulta entender lo que leen, así como seguir las instrucciones verbales o escritas, lo cual conlleva que exista un incipiente desarrollo científico en tanto no se puedan concretar actividades asociadas a la ciencia (análisis e interpretación de datos; búsqueda, selección y organización de información; manejo de materiales y realización de montajes; comunicación científica). Lo que coincide con las pruebas estandarizadas, que reflejan la carencia de comprensión lectora, una habilidad sumamente indispensable que deben desarrollar los alumnos.

Por otra parte, en cuanto a la forma en que racionalizan y operativizan los fenómenos físicos, el 50% de los grupos de este estudio, tiene dificultad para el desarrollo del pensamiento hipotético deductivo, es decir, para realizar hipótesis, inferencias y deducciones a partir de hechos de una realidad concreta que se les presenta. Entre las habilidades científicas más complejas es la creatividad (Santos, 2003), ya que requiere haber dominado la memorización, comprensión, aplicación y análisis del fenómeno. Así que se les plantearon tres preguntas relacionadas con estas habilidades de fenómenos que comúnmente viven los alumnos, y no las lograron responder, lo cual respalda la interpretación y explicación de que, en fenómenos científicos más complejos, exista dificultad en el proceso de aprendizaje.

Se sabe mediante este diagnóstico, como los estudiantes tienen una idea tradicional de la ciencia, con una postura positivista, donde el conocimiento se ve como algo acabado, e importa más la extensión de saber mucho sobre muchos temas, que particularizar sobre uno, aprendiendo habilidades muy concretas, que les funcionen para explicarse el mundo en el que viven. La manera en que construyen su conocimiento llega a un nivel memorístico de contenidos (Perkins, 2000; Saint-Onge, 2000), lo cual dificulta que construyan habilidades más complejas con mayor utilidad como investigación y la resolución de problemas.

Esto lleva a comprender que el problema que se trata de resolver para abatir la dificultad para el aprendizaje de la física deberá tender a la construcción del pensamiento, las habilidades, y el vocabulario científico, así como a mejorar los conceptos, procesos y actitudes asociadas a la ciencia (SEP, 2017), necesarios para el desarrollo integral de los adolescentes (Meece, 2011). Lo cual se consolida al abordar el cambio conceptual, como metodología en el aprendizaje de las ciencias, ayudando a resolver el problema objeto de estudio (Pozo, 2013), que aquí se plantea.

En SEP (2017), se ha identificado con anterioridad en el currículo nacional mexicano la misma problemática deficiente en los aprendizajes de los estudiantes; por tanto, con la propuesta de la Nueva Escuela Mexicana desde el Plan de Estudios para la Educación Básica pretende poder resolverlo. Particularmente se expresa en el enfoque para la enseñanza de las ciencias de la siguiente manera:

El conocimiento sobre los *problemas de aprendizaje* de las ciencias naturales, de la *construcción de conceptos y representaciones* de los estudiantes de la escuela básica, y de los nuevos contextos de desarrollo de las sociedades, ha llevado a muchos países al replanteamiento de sus currículos de ciencia básica. Estos cambios están orientados, en su mayoría, por enfoques educativos, epistemológicos y cognitivos que ponen énfasis en el proceso en que los alumnos desarrollan habilidades cognitivas, en que la enseñanza promueve la percepción de la ciencia en un contexto histórico orientado a la solución de situaciones problemáticas derivadas de la interacción humana con su entorno, así como en las formas de aproximación a la construcción del conocimiento, más que a la adquisición de conocimientos específicos o a la resolución de ejercicios. También proponen una visión de la ciencia más integrada e interrelacionada, que se enfoque en estructuras generales que comparten diversas ciencias, más que en la visión de cada disciplina. (SEP, 2017, p. 358).

La intención es que los educandos consoliden la construcción de saberes asociados a la ciencia “para que desde el inicio de su formación desarrollen un pensamiento crítico que les permita relacionar los conocimientos científicos que aprenden en la escuela con los problemas de sus comunidades” (SEP, 2022, p. 85), con lo cual “el pensamiento científico representa un modo de razonamiento que implica relaciones coherentes de conocimientos fundados en el desarrollo de habilidades para indagar, interpretar, modelizar, argumentar y explicar el entorno” (SEP, 2022, p. 150), para transformar, ese conocimiento, cuando sea necesario, y resolver los problemas que se le presenten.

Así, el problema para hacer frente a las acciones no educativas presentadas con anterioridad está centrado en cómo construir aprendizajes significativos con estudiantes de educación secundaria en la didáctica de las ciencias, utilizando la metodología del cambio conceptual. Se tiene la idea de que, al resolver este problema, a su vez ayudará a otros profesores preocupados por el aprendizaje

de las ciencias de sus alumnos, ya que el enfoque centrado en el aprendizaje y con énfasis en la comprensión más que en la acumulación de conceptos, es factible para desarrollar clases científicas innovadoras, dinámicas, e interesantes, presentando el contenido de forma novedosa e interactiva.

Precisamente son estas acciones no educativas, que al identificarlas ayudan a resolver el problema y justifican las acciones de enseñanza que se llevan a cabo para dar solución frente al problema del aprendizaje de los alumnos. Dichas acciones no educativas provienen de la práctica del propio profesor, y como las presenta Espinosa (2014), son entendidas como aquellos procesos que no abonan a la construcción de aprendizaje de los alumnos, y se alejan de los propósitos educativos planteados en el currículo nacional.

Objetivos

General

* Desarrollar una propuesta metodológica que permita a los estudiantes de física en educación secundaria lograr aprendizajes significativos.

Específicos

* Explicitar una postura teórico-metodológica para el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias, con la intención de orientar el proceso psicopedagógico, sociológico y epistemológico de los profesores de la enseñanza de las ciencias.

* Constituir una propuesta basada en el aprendizaje significativo, con la metodología del cambio conceptual en la fase del conflicto cognitivo, para estructurar una guía que constituya un pilar fundamental para la enseñanza de las ciencias al trabajar con estudiantes de educación secundaria.

Preguntas de investigación

Pregunta central

¿Cómo construir aprendizajes significativos en la enseñanza de la física con estudiantes de educación secundaria?

Preguntas secundarias

1. ¿Cómo el cambio conceptual debe incidir en las actividades que se propongan al diseñar e implementar una instrumentación didáctica?
2. ¿Cómo se plantean conflictos cognitivos a manera de situaciones problema contextualizadas desde el cambio conceptual para construir aprendizajes significativos?
3. ¿Cuál postura pedagógica, psicológica, epistemológica y sociológica curricular favorece la construcción de aprendizajes significativos en los estudiantes?

Supuesto hipotético

Hipótesis

El aprendizaje científico en educación secundaria se consolida al rescatar las ideas previas de los estudiantes para desequilibrarlas con conflictos sociocognitivos mediante situaciones problema contextualizadas. Esto se posibilita al conocer las ideas previas de los estudiantes, para identificar el nivel epistemológico de maduración de sus conceptos, con lo cual se pueden llevar a ideas científicas que les permitan la comprensión de los fenómenos en la física. Al conocer las ideas previas de los estudiantes y desequilibrarlas, comienza el proceso de reconstrucción del aprendizaje hacia nociones científicas estructuradas, posibilitando que, mediante conflictos cognitivos contextualizados, se logre el aprendizaje significativo.

Perspectiva teórica

Se asume la teoría psicopedagógica del aprendizaje significativo como fundamento teórico en el presente trabajo. Lo que se pretende lograr es llegar a este aprendizaje como una forma de consolidar los conocimientos científicos. Este tipo de aprendizaje es esencial para el mundo natural y social (DelVal, 2014), y es la base del aprendizaje académico. Se trataría de relacionar lo que el estudiante ya conoce, con el nuevo significado para acomodarlo en las estructuras conceptuales que posee y darle sentido a la nueva información (Ausubel, 2019).

En la didáctica de las ciencias, el aprendizaje significativo se da por medio de la metodología llamada cambio conceptual. Aunque no es la única forma de construcción de conocimiento, esta postura teórica embona para el aprendizaje significativo. El cambio conceptual plantea rescatar las

ideas previas para consolidarlas en estados cognitivos más científicos, con lo que se interrelaciona con el aprendizaje significativo puesto que, entre otros aspectos, explica como el rescate de las ideas previas se debe tomar en cuenta para reconstruirlas hacia ideas científicas estructuradas. Este cambio no solo es de conceptos, sino de procesos, actitudes y valores, además de que también es un cambio metodológico en la manera cómo se hace la ciencia (Pozo y Flores, 2007).

Por otro lado, la fase medular para que exista cambio conceptual es el conflicto cognitivo. El conflicto cognitivo se plantea mediante una situación problema, que ayuda a problematizar las ideas previas de los estudiantes, los reta, y los motiva a aprender durante el desarrollo de los temas científicos para solucionar el problema. Cuando existe un conflicto que detona el interés, curiosidad, y necesidad por resolver un problema, saber algo nuevo, o simplemente ampliar lo que ya saben, provoca aprendizaje significativo.

En síntesis, el aprendizaje significativo ha estado relacionado con el desequilibrio de las ideas previas mediante el conflicto cognitivo, es decir, mediante la problematización del aprendizaje. Actualmente, la visión moderna en la didáctica de las ciencias hace referencia a construir aprendizaje significativo desde el conflicto cognitivo con la metodología del cambio conceptual.

El aprendizaje significativo y el cambio conceptual representan una alternativa para los docentes, en la construcción del conocimiento científico para mejorar los saberes y pensamiento científico de los educandos. El aprendizaje significativo engloba el cambio conceptual, que tiene varias fases, siendo la más importante el conflicto cognitivo, donde se le toma sentido al aprendizaje.

Metodología

La metodología para abordar la investigación está centrada en el paradigma sociocrítico el cual concibe la realidad como contextual, dinámica y evolutiva (Meza, 2002; Capocasale, 2015), donde la transformación del entorno en el que está inmerso el profesor es lo importante, se tiene la idea principal de que es posible la construcción de nuevas relaciones más educativas entre los sujetos que interaccionan en la práctica educativa, tanto en el aprendizaje de los alumnos como en la enseñanza del profesor. Este paradigma sustenta que la metodología abordada se constituya bajo la investigación-acción que, en palabras de Álvarez y Álvarez (2014), mediante procesos de intervención previamente planificados por el profesor como sujeto que investiga, a la vez se vuelva objeto de investigación en tanto su práctica docente se analice. Este análisis de la práctica docente

trataría de encontrar las acciones no educativas buscando las relaciones que no construyen aprendizaje para abordarlas con nuevos referentes teóricos que permitan dar solución y así reconstruir el quehacer pedagógico para hacer que los alumnos aprendan ciencia.

El método abordado que se desprende de la investigación-acción, es el etnográfico. Según Bertely (2000), abordar un método de este tipo es primordial en la educación puesto que centra la mirada en la transformación mediante la observación y resignificación de lo cotidiano para mejorar un aspecto de lo educativo que no sea adecuado para la relación de enseñanza-aprendizaje. La etnografía como método de investigación es importante porque permite al profesor analizar su práctica docente para interpretarla, y transformarla (Capocasale, 2015), lo cual es un aspecto importante para este trabajo.

El enfoque alineado a la metodología descrita es cualitativo. Bajo la noción de analizar la práctica docente, el enfoque cualitativo tiene la idea de que los hechos tal cual se presentan en las clases de los profesores, al ser interpretados y resignificados abonan a la mejora de la educación en la medida que transforman los problemas inmersos en este ámbito (Mora, 2005). Los instrumentos están centrados en el autorregistro. A partir de la recopilación sistemática de evidencia mediante la observación, se describe lo primordial para encontrar lo no conveniente en el aprendizaje y poder darle sentido para su posterior transformación (Perales, 2006).

1. Introducción

Hoy en día, durante las reuniones entre profesores, los principales problemas en el aprendizaje de los estudiantes se atribuyen al contexto, la familia y los propios alumnos, pero rara vez se asigna responsabilidad a las prácticas docentes, lo cual es un aspecto extraño ya que si se modifica el quehacer docente se está abonando al aprendizaje de los estudiantes. Los docentes no analizan lo que dicen y hacen durante las clases que imparten, y solo adquieren un conocimiento intuitivo sobre el quehacer docente y cómo mejorar. Los problemas crecen cuando existe un desconocimiento en la didáctica de la materia, es decir, en la metodología que debe aplicarse para hacer que aprendan específicamente en la asignatura que se enseña.

Por tanto, la presente tesis es producto de una investigación con estudiantes de educación secundaria en didáctica de las ciencias, específicamente en la asignatura de física. Actualmente existe una crisis en la educación científica reflejada en las pruebas estandarizadas que se aplican en México. Una primera idea que explica este problema está centrada en los gobiernos, quienes han querido resolver la dificultad de la falta de aprendizaje, aplicando propuestas provenientes de organismos internacionales, dejando de lado el contexto mexicano, causa principal por la que no han funcionado las reformas educativas (Maldonado, 2000; Moreno, 2010).

Aunado a ello, el país pasa por reformas educativas cada vez más frecuentes, como la actual reestructuración que comenzó en 2016 con la propuesta de la Nueva Escuela Mexicana concretándose en 2017 con el modelo de Aprendizajes Clave para la Educación Integral consolidando los planes de estudio de ese momento, donde tres años después se volvió a modificar el currículo, preparando la antesala del plan de estudios 2022 aplicado formalmente en la educación básica en el 2023.

Los profesores se adaptan a la gobernanza educativa tan rápido como pueden (Del Castillo-Alemán, 2012), se introducen los nuevos enfoques en la didáctica científica cuando se está teorizando otra propuesta con nuevas metodologías activas y enfoques denominados actuales (SEPa, 2022). Esto es porque al entrar el siglo, el conocimiento se renovaba cada cinco años; hoy, el conocimiento se renueva cada dos meses aproximadamente (SEP, 2017), lo que implica no solo que los profesores conozcan el contenido disciplinar de lo que enseñan, demandando el mantenerse actualizados con las nuevas tendencias metodológicas para motivar el aprendizaje científico (Alonso, 1999).

Para hacer frente al problema del bajo nivel de aprendizaje científico que presentan los alumnos, menciona la AAAS (1997), como es que cada vez es más frecuente encontrar estudiantes que se abrumen al aprender física y los profesores se sienten con desesperación para tratar de enseñarles algo que aparentemente no les interesa. La desmotivación en temas científicos es cada vez más común en el aprendizaje de las ciencias (Veglia y Galfrascoli, 2021).

Una de las formas de abatir el problema del bajo aprendizaje de la física, es con la propuesta que aquí se plantea. A partir de que se problematice el aprendizaje, se plantea una situación problema que se ajuste a las ideas previas que se tienen en relación con el tema de los estudiantes, es posible generar aprendizaje significativo. Este tipo de problematizaciones deben estar ajustadas al contexto de los educandos, de tal manera que se presenten relacionados con las problemáticas sociales o sucesos cotidianos que los alumnos conocen, siguiendo el proceso de la metodología del cambio conceptual.

Se entiende el aprendizaje significativo como una postura psicopedagógica que puede hacer frente al problema en las dificultades de la enseñanza y el aprendizaje de los estudiantes (Martí y García-Milá, 2007). Este tipo de aprendizaje, no se refiere a que los educandos aprenderán algo que siempre recordarán, o que es científico y correcto, puesto que ocasionalmente hay aprendizajes que no son correctos científicamente y que aun así son significativos porque con ellos se explican el mundo en el que viven los alumnos de forma estructurada; es decir, se trataría de los aprendizajes que tienen lógica y coherencia interna para las estructuras que ya poseen los estudiantes (Rodríguez, 2011).

Este tipo de aprendizaje se produce cuando se utilizan representaciones potentes que son modelos analógicos del problema estudiado con las ideas previas de los alumnos, de manera que se relaciona el nuevo conocimiento con el ya existente en la mente de los alumnos con una situación paralela a lo que ya saben (Ausubel, 2019). La propuesta planteada en el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias es, que metodológicamente para que pueda ser construido el aprendizaje significativo, es necesario llevar a cabo el proceso mediante el cambio conceptual.

Este cambio conceptual es el proceso de resignificación de conceptos que, hasta antes de ser desequilibrados mediante el proceso escolar, tienen una organización lógica muy arraigada en las estructuras mentales de los educandos. La metodología ayuda al aprendizaje de los alumnos porque

hace que entiendan dónde está el error en las ideas que poseen, para que mediante un conflicto cognitivo se desequilibren sus ideas previas y puedan modificar sus estructuras conceptuales, procedimentales y actitudinales, hasta consolidar el nuevo conocimiento que abone a la explicación científica del mundo natural en el que viven. El cambio también es metodológico, en la medida que pasan por este proceso aprenden cómo hacer ciencia por sí mismos.

Algo importante es que, dicho cambio conceptual se vuelve representacional en la medida que se resignifican las ideas previas conceptuales, procedimentales y actitudinales, puesto que el cambio no solo es conceptual, sino que también se ve reflejado en diferentes componentes de la competencia. Por otro lado, el cambio conceptual es en áreas específicas de dominio, y no ocurre igual para todos los alumnos. Esto quiere decir que por el hecho de que los alumnos aprendan algo en mecánica clásica, no necesariamente les servirá para explicarse los fenómenos en mecánica cuántica y que, como no todos los alumnos tienen las mismas ideas previas, no necesariamente el cambio ocurre en la misma medida para todos.

Así mismo, el punto medular de dicha metodología es el conflicto cognitivo del que se hablaba, mismo que se postula mediante una situación problemática que se ajusta a las ideas previas de los educandos, las desequilibra, y resignifica su saber. Este conflicto es un problema que se plantea a los alumnos que, al resolverlo, entonces pueden modificar sus ideas previas a científicas y con ello llegar al aprendizaje significativo. Es importante comprender que el aprendizaje significativo ocurre de muchas maneras, una de ellas es problematizando el contenido de enseñanza.

Básicamente en la explicación se resume a lo siguiente: cuando existe un conflicto cognitivo, es porque el profesor tiene la concepción de que, a través de la problematización de los fenómenos naturales, llevados al aula, los alumnos pueden aprender dando solución al problema. Este conflicto debe estar contextualizado y referido a las ideas previas de los alumnos, de tal manera que esté planteado para que no sea demasiado difícil de resolver para que lo abandonen, ni tan sencillo que no implique la reflexión (Rodríguez, 2011). Cuando se plantean este tipo de conflictos, se desequilibran las ideas previas y se inicia la construcción de aprendizaje significativo, para poder resignificar las concepciones erróneas y tener una concepción científica.

Este proceso quizá pueda parecer muy general, pero se engloba en la metodología del cambio conceptual. Así es como se amalgama el aprendizaje significativo como postura psicopedagógica,

el cambio conceptual como metodología de aprendizaje en la física, y el conflicto cognitivo como fase medular de dicha metodología. No van de la mano, ni tampoco son paralelas, más bien se trataría de una relación simbiótica puesto que en la medida que se procede con la fase de conflicto, se está utilizando la metodología del cambio conceptual, y se abona al aprendizaje significativo. Cuando se pretende consolidar un aprendizaje significativo, se plantea un conflicto cognitivo que desequilibre las ideas previas. Tras un proceso de investigación se genera la solución a la problemática planteada y se lleva hacia la modificación de las ideas previas a científicas, lo que a su vez demanda el uso del cambio conceptual.

Así es como se pretende resolver cómo se generan precisamente estos aprendizajes significativos en la física, desde la metodología del cambio conceptual. Para ello, en esta misma introducción se deja clara la estructura sociopolítica que existe en la educación secundaria desde sus inicios históricos que permitan comprender cómo se llegó hasta la estructura bajo la cual se desempeñan los profesores y alumnos para el proceso de enseñanza aprendizaje. Así mismo, en este apartado introductorio, se expresa la forma en que se pretende concretar que los problemas sociales se pretendan resolver con la educación, en la medida que se modifican las condiciones materiales de los sujetos, a lo que se le llama educacionismo, para expresar cómo se manifiesta en este nivel. Finalmente, se concreta de manera general cómo es posible la construcción de aprendizajes significativos en las escuelas de educación secundaria bajo este contexto.

El trabajo comienza explicando el protocolo de investigación, donde se expresa cómo fue la manera en la que se realizó el proceso investigativo para demostrar el por qué es relevante la generación de conocimiento en la didáctica de las ciencias, dejándose claros los antecedentes del problema, para sustentar el trabajo en las teorías del mismo, se recuperan las posturas psicopedagógicas y psicosociales de Piaget y Vygotsky, así como las formas en que se concebía con anterioridad tanto el aprendizaje significativo, el cambio conceptual y el conflicto cognitivo.

Enseguida se plantea el problema y se hace la justificación que permite evidenciar cómo en las clases de ciencias se rehúyen los aprendizajes significativos, además de presentar evidencias concretas en pruebas estandarizadas que se explicaron en el protocolo, y se abordan en profundidad en el apartado de una mirada sociopolítica de la educación secundaria, donde se expresa la

necesidad para abordar de inicio la problemática del insuficiente aprendizaje en las ciencias, específicamente en la física.

Luego se pasa a los objetivos, que expresan la necesidad de plantear la idea de generar conocimiento en la didáctica de las ciencias desde las posturas teórico metodológicas existentes para que otro profesor interesado pueda hacer uso de estos objetivos y sobre todo, conocer cómo es que se lograron a partir de la investigación que aquí se postula para que pueda construir aprendizajes significativos en sus clases de ciencias, aunque también servirá para otras asignaturas y con otros temas diferentes a los que aquí se abordan.

Con ello, se plantea el problema objeto de estudio que versa sobre cómo construir aprendizajes significativos en las ciencias con estudiantes de educación secundaria haciendo uso de la metodología del cambio conceptual en la fase del conflicto cognitivo; así mismo, se desglosan las preguntas o, si se prefiere, preguntas secundarias de investigación que abordan la pregunta central desde diferentes aristas para que, en la medida que vayan abordándose, se abone a la comprensión de esta misma pregunta central.

Seguido a esto, en el apartado del protocolo, se plantea el supuesto hipotético que orientó el desarrollo de las investigaciones para resolver el problema objeto de estudio. Este supuesto hipotético retoma las posturas psicopedagógicas, epistemológicas y sociológicas que sustentan la investigación, así como la ruta que ayudó a trazar el proceso para consolidar el conocimiento en esta área de didáctica de las ciencias. Así es como se da paso a presentar la perspectiva teórica que explica cómo se interrelacionan el aprendizaje significativo, el cambio conceptual y el conflicto cognitivo, para cerrar dando paso a la metodología que establece el paradigma sociocrítico, con la metodología de investigación acción, el método etnográfico, con el enfoque cualitativo y las técnicas e instrumentos de recolección de datos la observación y el autorregistro.

Consecuentemente se da paso a que, una vez establecido el protocolo de investigación, se presenta la descripción del contexto bajo la que se circunscribe el problema objeto de estudio, para lo cual se elabora primeramente la descripción del grupo en el cual se llevó a cabo el estudio, se desglosa en contexto del estudio, así como el contexto social, escolar, áulico e histórico para comprender el panorama específico que engloba este estudio. Dejando en claro cómo será el estudio con relación a los aspectos contextuales, se pasa a la clarificación del marco teórico-metodológico.

Esto con la intención de caracterizar el aprendizaje significativo, el cambio conceptual y cómo se conciben las ideas previas bajo esta metodología, así como su fundamentación filosófica epistemológica del cambio, y el planteamiento de conflictos cognitivos mediante situaciones problema. Es necesario este marco no solo teórico, sino también conceptual, porque el aprendizaje significativo últimamente se entiende desde diferentes aristas que en principio no son próximas a los conceptos que originalmente le dieron vida. Y el cambio conceptual es una metodología tan específica que no aparece dentro de las metodologías activas que propone el gobierno de México (SEPa, 2022), pero que es aún más concreta para el aprendizaje de las ciencias que otras. Por eso la importancia de no solo dirigir la investigación con estas variables que continuamente se mencionan, sino que habrá que definir las para comprender de mejor manera cuál es el tratamiento que aquí se presenta, para el conflicto cognitivo enfocado en las situaciones socio-contextuales.

Una vez establecidas las conceptualizaciones teóricas, se explica el estado del arte o de la cuestión, es decir, la manera en que otros investigadores, profesores o no, se interesan por la didáctica de las ciencias bajo el cambio conceptual, el aprendizaje significativo y el conflicto cognitivo en sus aplicaciones recientes durante los últimos cinco años. Se nota cómo le han dado un enfoque tecnológico, y la manera en que ahora los problemas tienen un tinte motivacional y sobre todo contextual al ser planteados, con lo cual ayuda a comprender los estudios más específicos que actualmente se han presentado.

También se aclara la metodología de investigación que se aborda desde un paradigma sociocrítico de reconstrucción social con una metodología de investigación-acción, a través del método cualitativo, desde un enfoque etnográfico donde los instrumentos principales son los autorregistros. La intención es intervenir la práctica docente para que, en la medida que se es sujeto de conocimiento, también se es objeto para conocer. En pocas palabras, la resignificación y transformación de la práctica docente es lo que sustenta la metodología que pretende intervenir en los aprendizajes de los alumnos y la enseñanza del profesor, no solo interpretar la realidad o explicarla desde paradigmas interpretativos o con enfoques cuantitativos.

Una vez aclarada la metodología de investigación que ayuda a la intervención, se pasa precisamente al proyecto para intervenir, donde se establecen los propósitos que se pretenden lograr, la organización de los contenidos de los cuales solo se abordarán los que tienen que ver con mecánica

clásica, y las fuentes curriculares desde las cuales se aplican las instrumentaciones didácticas; estas posturas son psicológica, pedagógica, epistemológica y sociológica. Cabe aclarar que la intervención se hace mediante instrumentaciones didácticas específicas en las que se deja claro cómo es que en dicha planeación se concreta el proceso de intervención y todas las conceptualizaciones que durante la tesis se han explicado. Por último, se deja en claro la manera en que se hará la exposición de resultados y cuál va a ser la duración del proyecto.

Se presentan los resultados de la investigación para explicar cómo aprenden física los estudiantes de educación secundaria bajo los supuestos que aquí se desglosan. Así es como se dividen los resultados en la explicación de las evidencias y hallazgos para el conflicto cognitivo donde se expresan las situaciones problema que se plantearon, y la manera de abordarlas para que sean significativas para los alumnos y puedan resolverlas para cambiar sus ideas previas y hacer significativo su aprendizaje. Así mismo, se tiene otro apartado en esta parte del análisis de los resultados donde se explica cómo es el cambio conceptual en la asignatura de física y la manera en que se hace posible para la construcción del aprendizaje significativo.

Finalmente, se presentan las conclusiones a las que se llegaron, explicando la importancia del conflicto cognitivo mediante situaciones problema contextualizadas con el uso de la metodología del cambio conceptual, para poder construir aprendizajes significativos. Se deja la visión de las futuras líneas de investigación que se expresan bajo el énfasis de poner la focalización en la fase de investigación al resolver situaciones problema, así como en la construcción de los conceptos científicos a partir de la filogenética y ontogenética en el aprendizaje de las ciencias. Se concluye con la bibliografía como referentes para aquellos profesores que deseen leer más sobre el tema y puedan iniciar una investigación sobre los aspectos relevantes que aquí se presentan para abonar a la construcción de conocimiento científico con sus alumnos, así como a las habilidades y el vocabulario que se pretende que alcancen para educación media básica. Por último, están los anexos donde se muestran las instrumentaciones que se aplicaron en mecánica clásica puesto que parece irrelevante mostrar en este trabajo cómo se elaboró la intervención con todos los contenidos sin mostrar la planeación que estuvo detrás de todo el proceso de construcción de conocimiento. Por tanto, a continuación, se plantea un panorama del contexto en el que se desarrolla el trabajo docente de esta tesis, comenzando por la mirada sociopolítica en la educación secundaria que permita entender de manera específica las vertientes que engloba el trabajo que aquí se presenta.

1.1 Una mirada sociopolítica de la educación secundaria en México

El significado de ser maestro varía tanto, que cada profesor le da un sentido a la docencia (Savater, 1997), puesto que cada contexto en el que se desarrolla la práctica docente es diferente por las características curriculares, los estudiantes, la sociedad, la asignatura, el modelo pedagógico del profesor, el nivel educativo, la edad de los alumnos, entre otras. El contexto educativo en el cual se desarrolla la práctica docente de cada profesor se circunscribe bajo condiciones de trabajo tanto administrativas, como organizacionales e institucionales, lo que le da diferentes visiones al sentido de ser profesor.

Actualmente, la máxima acentuada en la educación secundaria sobre la que se está de acuerdo, gira en torno a que, si un profesor desea mejorar el aprendizaje de sus estudiantes, debe analizar su práctica docente (Fierro, 2000; Perales, 2006). No siempre se pensó que analizando lo que se hacía en el aula serviría para mejorar las acciones que no eran educativas en el aula. Anteriormente, bastaba con una reflexión intuitiva, hacer los ajustes en la planeación, y aplicar las acciones que se creían convenientes posteriormente.

Por tanto, un buen profesor, que tiene un sentido adecuado en su profesión, trataría de analizar su práctica docente para tratar de modificar las acciones que no son educativas, mediante procesos de intervención docente, en su práctica cotidiana (Espinosa, 2014). Esta idea generó un boom en las reformas aplicadas a finales del siglo pasado (Guevara y Backhoff, 2015), puesto que, al darse cuenta de que cada profesor podría modificar su quehacer de forma positiva en tanto hiciera un autoanálisis de lo que hace y de lo que dice en sus clases (Fierro, 2000; Perales, 2006), se resignificó el sentido práctico del maestro. Pero esto no siempre fue así, ya que estas ideas se comenzaron a consolidar a principios del siglo XXI en México.

Anteriormente, no estaba en el discurso educativo, el análisis de la práctica docente, ya que se estaba reconstituyendo la administración de la Secretaría de Educación Pública en la década de los 90's. Así fue como ocurrió uno de los cambios más abruptos de las reformas en materia educativa en ese entonces, con el Acuerdo Nacional para la Modernización de la Educación Básica (ANMEB), en 1992, seguido de la construcción de la Ley General de Educación (LGE) al siguiente año (Latapí, 2004).

Luego, en el año 2006 se implementó la Reforma Integral de la Educación Secundaria (RIES), en un periodo de reformas legales, administrativas, laborales y pedagógicas (Razo, 2017), aunque es lamentable como desde la creación de la educación secundaria, y tras tantas reformas educativas, después de casi cien años de creación de esta modalidad, no se ha logrado mucho en cuestión de los aprendizajes, e incluso sigue igual desde entonces (Colín, 2014).

Así que, con el ANMEB, y la creación de la LGE, se pretendió resolver el problema de los bajos índices de aprendizaje de los alumnos en ciencias, en educación secundaria; por lo que se consolidó internacionalmente un enfoque desde la perspectiva de un mundo globalizado, interconectado, y comúnmente asociado a la modernidad (Moreno, 2010). Al inicio del siglo, se asumió que los proyectos en el 2006, o las competencias para el 2011 eran los enfoques más adecuados para hacer que los alumnos aprendan ciencias. Esto bajo la anuencia de organismos internacionales con enfoques neoliberales.

Fue así como el Banco Mundial (BM) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), se constituyeron como prestadores de recursos con sus respectivas recomendaciones de cómo y dónde aplicar el dinero, teniendo gran presencia en los países latinoamericanos. Por su parte, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), aportaba especialistas y solo emitía recomendaciones para mejorar la educación; en cuanto a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), cumplía con orientar, sin apoyo económico, pero con la creación de estándares de calidad y la creación de pruebas estandarizadas (Maldonado, 2000). Aunado a lo anterior, el partido político en el poder tras más de 70 años había dejado la tarea legislativa, perdiendo credibilidad, lo que abrió la puerta para que estos organismos internacionales, concebidos como expertos con información y capacidad para mejorar las condiciones sociales y económicas de México, postularan recomendaciones y recursos en la política educativa de México (Beech, 2017).

Así es como se conciben como organismos sin rostro que una vez dadas las recomendaciones y con el préstamo económico hecho a México, no dan seguimiento a las políticas aplicadas (Moreno, 2010). Eso pasó con la implementación de las reformas neoliberales de finales del siglo pasado, donde pretendían administrar los bienes del Estado como privados (López y Guerra, 2006), presente además en las reformas del 2006 y planes de estudio modificados para 2011. Así fue como sucedió la transformación educativa que consolidó reformas más duraderas (Ruíz, 2012), como la

descentralización de la educación básica, la revisión curricular, y producción de libros de texto gratuito, las reformas al magisterio y debates sobre la participación social en la educación (Latapí, 2014).

Con este contexto socioeducativo en educación secundaria, es muy difícil que se puedan aplicar las políticas educativas conforme están escritas y con los ideales que ahí se plantean. Por ejemplo, la Reforma Integral para la Educación Secundaria (RIES) propuesta por la Secretaría de Educación Pública (SEP, 2006), pretendió la construcción de planes y programas de estudio, cuadernos de trabajo y actualización, para los maestros de ciencias en educación secundaria, en especial para la asignatura de física, donde el enfoque era trabajar con proyectos científicos, tecnológicos o ciudadanos (Del Carmen, 2006). Para la reforma de los planes y programas de estudio en el 2011 la idea era trabajar las ciencias bajo el modelo por competencias (Ruiz, 2012; Colín, 2014).

El modelo de competencias ya se aplicaba en Europa, aproximadamente en los años 90's, llegando a México 20 años después. La intención de las competencias era formar estudiantes con vidas de responsabilidad personal y satisfacción social (AAAS, 1997; Tobón, 2009), haciéndolo posible que los estudiantes resuelvan los problemas que se les presentan con un pensamiento crítico, utilizando las habilidades y destrezas que poseen.

Según Tobón (2009), las competencias son los conocimientos, las habilidades, las actitudes y valores que se utilizan para resolver problemas. Muchas veces este enfoque está sustentado en el constructivismo, pero va más allá porque se concreta en la aplicación práctica. En las competencias, ya no querían estudiantes inteligentes, que tuvieran mucho conocimiento sobre un tema, sino que movilizaran sus saberes para transformar su medio de ser necesario, aprender por sí mismos y resolver los problemas que se les presentaran (Razo, 2017).

Sin embargo, Colín (2014) encontró que, en las escuelas secundarias de México, existe una ruptura entre los modelos que se presentaron en la RIES durante el 2006, y la práctica de los docentes, porque el profesorado vio esta reforma como otra más que no estaba enfocada a la educación mexicana. Lo mismo ocurrió con la reforma del 2011, ya que las competencias era un modelo europeo (Tobón, 2009), donde se le adjudicó el término 'refrito', para decir que era una copia de otros países (Guevara y Backhoff, 2015). Dos años después, para el 2013 con una nueva reforma, las manifestaciones sociales fueron constantes en México, porque el magisterio concebía esta

reforma como algo laboral y no pedagógico, pues hacía modificaciones a la Ley de Pensiones, Ley del Seguro Social, y a los términos de ingreso y promoción docente (Guevara y Backhoff, 2015).

Los docentes, tras mucho tiempo de aplicar planes y programas, con reformas cada vez más seguidas, aún no terminaban de entender una, cuando ya se pide que implementen otra (Guevara y Backhoff, 2015). En palabras de Colín (2014), existe mucho desapego entre la teoría y la práctica, lo que imposibilita el aprendizaje y se pierde el sentido educativo en la cotidianidad, porque los profesores tardan en concebir las ideas teóricas de cada reforma en México. El mismo autor menciona la dificultad de aplicar estos planes y programas para la educación secundaria debido a que están desde un marco idealista, poco comprometido con lo que en realidad sucede en las aulas y con las características particulares de los alumnos, que suelen estar más en la ilusión del cambio, que en el cambio mismo.

Esto hace que a los estudiantes no les resulten interesantes las clases, y tampoco sienten la preocupación por acreditar pues de todas formas lo harán, de una forma u otra; incluso tras faltar bastante tiempo a la secundaria, pueden ir años después por su certificado, o hacer un curso rápido o un examen; además, si obtienen diez de calificación en su primera evaluación, aunque después reprobren, pueden acreditar pasando con seis (Colín, 2014). Se ha observado en las juntas de Consejo Técnico Escolar, como a los maestros tampoco les interesa capacitarse o actualizarse, y bajo las mismas posturas tradicionales se siguen sustentando sus prácticas docentes, el personal directivo tiene la función centrada en lo administrativo y escasamente en lo pedagógico, además los padres de familia tampoco se involucran en la educación de sus hijos.

En las escuelas de educación secundaria en México, se ha encontrado que la gran mayoría de los docentes están bajo supuestos empíricos en su quehacer docente, desde la interpretación de un imaginario de práctica educativa imparten sus clases, teniendo prácticas educativas tradicionales, irreflexivas y poco motivantes (Colín, 2014), lo que desmotiva para que los alumnos quieran aprender, más aún en la adolescencia como afirma Alonso (1999), ya que es una etapa difícil de motivar a los educandos.

Aún con todas las modificaciones curriculares, sigue siendo de suma importancia que los docentes se apropien de las fuentes curriculares y las hagan valer desde lo psicopedagógico, epistémico y social (Nieda y Macedo, 1997), con lo cual podrán reemplazar los paradigmas con los que fueron

formados en su educación inicial. Para el caso de educación secundaria, es bastante común que se piense la actualización como algo indispensable, pero son pocos los que aprovechan los programas de actualización continua, ya que comúnmente los paradigmas de quienes imparten los cursos no son los adecuados, y pocas veces tienen impacto real en las prácticas docentes.

Se requiere optar por un docente que tenga conocimiento del contenido disciplinar de los temas que va a enseñar, que conozca sobre planeación y la metodología de enseñanza en su asignatura, que parta de los saberes previos de los estudiantes, utilice el contexto como una forma de guiar los contenidos, evalúe conforme a criterios acordes al enfoque de la asignatura que enseña, problematice a los alumnos con situaciones o preguntas centrales adecuadas (Mendoza, 1998; Díaz, 2006).

Las dificultades más acentuadas para el magisterio surgen de la formación inicial en las escuelas para maestros de secundaria, los Centros de Actualización del Magisterio. No existió por bastante tiempo un plan de estudios formal para quienes se inscribían en dichos centros, que hasta la fecha fungen como escuelas normalistas para maestros de educación secundaria; fue hasta 1999 cuando surgió un Plan de Estudios 1999 para la Licenciatura en Educación Secundaria, en el cual no fue algo central conocer el contenido disciplinar de la materia que se iba a enseñar como profesor en servicio. Los estudiantes egresan con un conocimiento casi nulo de lo que se enseñará en cuestión de contenido, trayendo dificultades en un futuro al ejercer la docencia.

Se le da un gran peso a lo pedagógico, y lo científico disciplinar no toma relevancia, es decir, importa cómo enseñar, pero no qué enseñar, ya que los docentes regularmente que imparten clases en dichas escuelas poseen un corte positivista / estructuralista, con una visión del conocimiento bajo el conductismo o tradicionalismo. Los alumnos en pocas clases se forman bajo las mismas metodologías didácticas que deberán aplicar una vez egresando.

Otra dificultad por destacar, es que las problematizaciones en las aulas que hacen los docentes para hacer que sus alumnos aprendan, si es que las llegan a realizar, son aisladas del contexto del estudiante, tienen muy poca carga científica, generalmente son mecanicistas y tratan solo de resolver algo superficial, y se quedan en lo teórico, olvidando la importancia de hacer algo práctico que les dé significado a las cosas a partir de la experiencia directa (García, 2012).

Como menciona Nóvoa (2009), los docentes en tanto innovadores y actualizados son los que concretan las reformas, y para poder reformar algo educativo, por tanto, debe partirse de la actualización de los profesores, pues solo así se tendrá efectivamente una reforma que mejore lo educativo. No es que la RIES (Reforma Integral de la Educación Secundaria) en educación secundaria fracasara en el 2006 o que los currículos renovados para el 2011 y 2017 también lo hicieran, sino que se pudo haber gastado menos recursos, e impactar más en los aprendizajes de los estudiantes (Del Castillo-Alemán, 2012).

Todos están de acuerdo en la importancia del docente para que se lleven a cabo las reformas, y en lo relevante de la actualización constante del magisterio, así como en la formación inicial, pero se hace poco por partir de lo básico, una reforma que integre explícitamente un docente crítico, reflexivo, analítico de su práctica, que constantemente revise sus paradigmas y los modifique hacia una mejor versión educativa.

Contextualizando en la escuela secundaria 'Constituyentes de 1917', donde se realiza la presente investigación en didáctica de las ciencias, los índices de reprobación, deserción y rezago educativo se presentan para una cuarta parte de la población estudiantil, considerado insuficiente para hacer posible que aprendan ciencia. Por otro lado, cuatro de cada diez estudiantes han reprobado al menos una materia; en todos los grupos han existido alumnos que desertan, siendo bajas definitivas para la escuela, así como el común de traslados frecuentes a otras secundarias.

Si a lo anterior se agrega que el 86% de los alumnos ha tenido algún tipo de acercamiento con la delincuencia, el 80% de sus padres no tienen salario fijo, por operar en la informalidad (en la mayoría de salones llega al 100% este rubro), el 10% no conoce a su padre, además de que las prácticas docentes caen en el tradicionalismo y conductismo, el problema es grave. Entre docentes se comenta como se favorece poco el aprendizaje significativo, y cuando avanzan al siguiente tema, los estudiantes muestran haber olvidado lo aprendido con anterioridad, aspecto que se ha abordado en diversos estudios (Saint-Onge, 2000; Perkins, 2000). Ya sea en la experiencia o en la teoría, se sabe que el logro de los aprendizajes en ciencias es de baja calidad. Es lamentable que los estudiantes no logren los aprendizajes significativos básicos, mismos que se ven reflejados en las pruebas estandarizadas que se aplican actualmente en México.

Debido a estas reformas, se ha llegado a la conclusión que evaluar los aprendizajes de los alumnos es factible para encontrar dónde y cómo mejorar lo educativo, en dichas pruebas estandarizadas. Así es como las políticas educativas se circunscriben bajo el modelo de valorar dichas pruebas, y con ello efectuar los cambios necesarios para educación secundaria. Estas pruebas son para conocer la medida en que los educandos han alcanzado el dominio de un conjunto de aprendizajes clave que se espera de ellos según el Sistema Nacional de Evaluación a la Educación (INEEa, 2018).

El examen estandarizado en México se denomina, Plan Nacional para la Evaluación de los Aprendizajes (PLANEA), que hace nombrar al examen que se aplica, PLANEA. En dicha prueba, en 2017 Zacatecas, para el rubro de lenguaje y comunicación se encontró entre los tres más bajos; y en matemáticas entre los cinco últimos del país (INEE, 2018), habiendo bajado 23 y 24 puntos respecto del 2015, en ambas categorías respectivamente. Y, como ya se mencionó, en la evaluación internacional de PISA, los resultados para finales del 2023 fueron aún más bajos.

El estudio de PLANEA se realiza en dos campos de formación principales: lenguaje y comunicación, y matemáticas (ciencias naturales, formación cívica y ética, se alternan cada cuatro años, habiendo aplicado en esta última materia justo en 2022, donde los resultados serán explicados posteriormente). Aclara el Sistema Nacional de Evaluación Educativa (SNEE), que las pruebas realizadas para matemáticas valoran la comprensión, interpretación y solución a problemas contextuales con el empleo de métodos aritméticos, algebraicos, gráficos, geométricos, variaciones, estadísticos y probabilísticos; para lenguaje y comunicación se valora la comprensión lectora, reflexión sobre la lengua y expresión escrita. Ambos campos de formación se dividen en cuatro niveles, siendo el I, el más bajo y el IV, el más alto (PLANEA, 2019).

Fue así como en el 2019 se aplicó la prueba PLANEA a tercer año de educación secundaria, en la escuela secundaria donde actualmente se labora. Respecto al rubro de lenguaje y comunicación el 15% de estudiantes, se encuentra en el nivel I, y el 57% en el nivel II, siendo estos los niveles más bajos; solo 8% en el nivel IV. De igual manera en matemáticas, el grueso se encuentra en el nivel más bajo, con 66% en el nivel I, y 20% en el nivel II; en los niveles más altos, tanto en el III como en el nivel IV, se encuentran un 7%. Siendo esto un común denominador en cada prueba hecha en las secundarias de la región y en general, en el Estado de Zacatecas.

En la prueba PLANEA para educación secundaria con respecto a los niveles de logro en lenguaje y comunicación, se especifica una serie de habilidades, donde los alumnos deben ser capaces de (INEE, 2016, p. 11):

Nivel I: identificar definiciones y explicaciones en artículos de divulgación científica y la función y los recursos lingüísticos en anuncios publicitarios; de comprender el tema de un ensayo, y de identificar la rima en un diálogo.

Nivel II: reconocer la trama y el conflicto en un cuento e interpretar el lenguaje figurado de un poema. Organizan información pertinente y no pertinente para el objetivo de una encuesta, e identifican el propósito, el tema, la opinión y las evidencias en textos argumentativos.

Nivel III: interpretar hechos, identificar valores y comparar el tratamiento de un mismo tema en dos relatos míticos; reconocen las características sociolingüísticas de personajes en cuentos latinoamericanos, así como el ambiente y el contexto social en el que se desarrolla una obra teatral. Comparan géneros periodísticos y reconocen el tema en un artículo de divulgación científica. Además, pueden comprender el sentido de una oración a partir de los signos de puntuación.

Nivel IV: adaptar atributos biográficos a una obra de teatro y de seleccionar información relevante en un prólogo para utilizarlo en una reseña literaria. Pueden identificar secuencias argumentativas y valorar sus fundamentos en un ensayo, un artículo de opinión y un debate. Asimismo, logran analizar la función de los pronombres en un texto.

Por otra parte, el mismo autor, respecto a las pruebas de matemáticas dice que los alumnos de igual manera que en el ámbito anterior, deben presentar diversas capacidades dependiendo del nivel de logro, debiendo desarrollar las siguientes:

Nivel I: resolver problemas usando estrategias de conteo básicas y comparaciones, o cálculos con números naturales. Pueden expresar en lenguaje natural el significado de fórmulas geométricas comunes y viceversa [...] no son capaces de resolver problemas que impliquen: operaciones básicas con números decimales, fraccionarios y números con signo; el mínimo común múltiplo y el máximo común divisor, o los de valor faltante que suponen relaciones de proporcionalidad directa. Tampoco pueden calcular perímetros y áreas, o resolver ecuaciones de primer grado de la forma $ax+b=c$ y sus expresiones equivalentes.

Nivel II: resolver problemas con números decimales, algoritmos elaborados como la raíz cuadrada y el máximo común divisor, y ecuaciones lineales sencillas. Pueden reconocer las relaciones de los ángulos de triángulos y los que se forman entre paralelas cortadas por una transversal, así como las secciones que generan al cortar un cono.

Nivel III: resolver problemas con números fraccionarios o con signo, o potencias de números naturales. Pueden sumar o restar expresiones algebraicas e identificar la ecuación o el sistema de ecuaciones que modelan una situación. Logran resolver problemas con el teorema de Pitágoras, la imaginación espacial, propiedades de ángulos en círculos o triángulos, y relaciones de semejanza de triángulos. Calcular el perímetro del círculo y de áreas de figuras compuestas; resolver problemas de cálculo de porcentajes o reparto proporcional, y modelar gráficamente un fenómeno que involucra únicamente funciones lineales.

Nivel IV: calcular términos de sucesiones y multiplicar expresiones algebraicas, y resuelven problemas con números fraccionarios y decimales usando notación científica, o una ecuación o un sistema de ecuaciones. Solucionar problemas que suponen transformar figuras, propiedades de mediatrices, bisectrices y razones trigonométricas. Pueden calcular el área de sectores circulares y coronas, y el volumen de cuerpos redondos; resolver problemas usando estrategias de conteo; calcular la probabilidad de un evento simple, o abstraer información de tablas y gráficas. Logran modelar gráficamente un fenómeno que involucra funciones lineales y cuadráticas. (INEE, 2016a, p. 11).

Estos niveles dan conocer de mejor forma cómo son las capacidades sobre las que se evalúa a los alumnos, así como el nivel en el cual se ubican. Es importante saberlo para tener una idea más clara que los estudiantes difícilmente tienen operaciones cognitivas abstractas de los niveles III y IV que implican razonamiento y operacionalización formal de más alto nivel, puesto que necesitan poder realizar inferencias y deducciones lógicas, el cual es un aspecto al que no han podido llegar. Lo anterior es importante entenderlo puesto que, abocado al aprendizaje de las ciencias, cuando se trasladan estas operaciones intelectuales para ser utilizadas en las habilidades científicas, el problema de no comprensión de los fenómenos físicos, se agrava aún más. En la Tabla 1 se muestran de forma general los descriptores de los niveles de conocimiento, para esclarecer como los estudiantes en estas dos asignaturas han presentado un logro indispensable, y muchas de las veces insuficiente.

Tabla 1

Descriptores genéricos de logro en la prueba PLANEA

Nivel	Descriptores de logro
Nivel IV	Los estudiantes que se ubican en este nivel tienen un logro sobresaliente de los aprendizajes clave del currículum.
Nivel III	Los estudiantes que se ubican en este nivel tienen un logro satisfactorio de los aprendizajes clave del currículum.
Nivel II	Los estudiantes que se ubican en este nivel tienen un logro apenas indispensable de los aprendizajes clave del currículum.
Nivel I	Los estudiantes que se ubican en este nivel obtienen puntuaciones que representan un logro insuficiente de los aprendizajes clave del currículum, lo que refleja carencias fundamentales que dificultarán el aprendizaje futuro.

Nota. Tomado de: INEE (2015).

En general, el Estado de Zacatecas se encuentra por debajo de la media nacional en ambos campos de formación. En otras palabras, los estudiantes comprenden a nivel básico (I) lo que leen, y tienen dificultades para expresar sus ideas por escrito; además, tienen problemas para operar situaciones lógico – matemáticas aún después de ‘aprender’ los temas. El abandono total está por arriba de la media nacional, y para el ciclo escolar 2016-2017 la tasa de eficiencia terminal en educación secundaria para Zacatecas fue del 80%, solo ocho de cada diez terminan la educación secundaria, además de que uno de cada diez no logra matricularse en este nivel, agregando que existe rezago grave del 10% de los educandos (INEE, 2019). Agregando a este contexto socioeducativo otro

problema en el sistema educativo mexicano, es el educacionismo que acrecenta la brecha de las dificultades que existen entre la política educativa y el aprendizaje que se construye en las aulas en México, lo cual se aborda a continuación.

1.2 El educacionismo en la educación secundaria

El educacionismo pretende que la educación sea el factor determinante para el éxito o fracaso de sus individuos, responsable de todo lo que la sociedad construye para sí misma (De Azevedo, 1987). Es cierto que de la escuela depende la formación del tipo de ciudadano que se pretende formar (SEP, 2011), pero no es el único aspecto importante a tomar en cuenta. Las sociedades están bajo un modelo económico que determina las decisiones, y estas decisiones repercuten en lo educativo. Lo educacional, en tanto aprendizajes de los estudiantes, se desarrollan por medio de los maestros, por eso la carga que se pretende poner sobre los docentes.

Es necesario aclarar que la educación es un proceso histórico contextual que construye un tipo de ciudadano, y esta educación se hace posible por medio de los aplicadores principales de las reformas: los profesores (Vaillant y Marcelo, 2016). Pero su actuar depende de varios factores externos al profesor. En síntesis, es cierto que la educación debe ayudar a construir la sociedad que se necesita, el tipo de ciudadano que se desea formar, las competencias profesionales de los individuos, con ayuda de los maestros. Para que esto sea posible, durante la formación inicial del profesorado es donde se comienza a procurar que docentes de excelencia sean quienes formen a estudiantes competitivos, capaces de resolver problemas, ya que ellos serán quienes construyan la sociedad que queremos.

Sin embargo, como ya se mencionó, los planes y programas de estudio, el currículo para la formación y el desarrollo profesional docente, tardan décadas en reformarse, y cuando se hacen los ajustes, parten de ideas equivocadas de la docencia, centrándose demasiado en la tarea del profesor, sin entender el momento histórico en el cual se implementan y el tipo de sociedad en la cual se desarrollan. Además, cuando se pretende que, en la formación de los futuros maestros de educación secundaria se implementen nuevas estrategias, regularmente los currículos con los que quieren llevar dicha proeza, no son acordes a los planes y programas de educación secundaria; es decir, se reforma la formación de maestros en su educación inicial modificando los planes y programas de

las escuelas normales para maestros, sin concordancia al currículo de educación secundaria, por tanto, está lejos de atender los aprendizajes de los alumnos.

Lo anterior se observa al comparar el Plan de Estudios 1999 para la Licenciatura en Educación Secundaria con la Reforma Integral de la Educación Secundaria (RIES), en su Plan De Estudios 2006, o el Plan de Estudios 2011 para Educación Básica donde los contenidos de las materias de formación disciplinar no empatan del todo entre sí. Aunque últimamente se realizaron mejores esfuerzos con el Plan de Estudios 2018 para Licenciados en Educación Secundaria al tratar de empatarlo con el Modelo Educativo 2017 y sus Planes y Programas de Estudio. El problema de este último Plan de Estudios es que tiene un corte centrado en la investigación con un paradigma interpretativo y no en el análisis de la práctica docente bajo el paradigma sociocrítico de transformación social centrado en la mejora continua, al menos no explícitamente. Ahora los profesores tienen la capacidad de adaptar el Plan de Estudios 2022 y el codiseño curricular desde el Programa Analítico, con lo que aprendieron en la escuela normal, aunque debiese ser a la inversa; que egresaran para atender a las necesidades de los planes existentes y no al revés.

Existe una brecha entre, lo que deben enseñar los docentes en las escuelas, y lo que aprendieron para enseñar al egresar mientras eran estudiantes normalistas. Explica Vaillant y Marcelo (2016), que la formación continua de los profesores en servicio presenta otro problema similar, pues se propone actualizarlos desde cursos cortos, descontextualizados, costosos y alejados de los problemas concretos de los docentes, sin tener aplicación práctica.

Es lamentable como la profesión docente tiene bajo prestigio, y en el discurso político del país se habla constantemente de la revalorización del magisterio y la mejora salarial, porque no se ha logrado resolver este problema. Pese a que la formación inicial es una de las vertientes de las reformas educativas con más importancia, se cree que tiene resultados mediocres porque los problemas siguen persistiendo tras décadas de haberse teorizado (Carvajal y Villegas, 2009). Las prácticas docentes con las que son formados los profesores se basan en la exposición oral y no atienden las técnicas pedagógicas disciplinares de cada asignatura específica de la educación secundaria, por lo tanto, de esa manera también enseñan (Vaillant y Marcelo, 2016).

Los profesores de las escuelas normales tienen la idea de que pueden preparar a los futuros docentes, explicando el constructivismo de forma tradicional, pensando que los alumnos serán

constructivistas sin siquiera haber vivido esta metodología, y no es así (Carvajal y Villegas, 2009). Los formadores de docentes deberían tomar en cuenta las recomendaciones y decisiones de sus pares, y aprender a mejorar y analizar su práctica en contextos de colaboración continua, para que, con ello las reformas funcionaran, y el desarrollo profesional docente fuera algo realmente importantes. Debemos entender que la calidad docente no se debe definir únicamente por parámetros internacionales, también debe considerar el contexto local, así los maestros crearían una verdadera pedagogía nacional, internalizada desde su formación inicial, y fortalecida en su formación continua, ya que los parámetros locales deben tener protagonismo, pero los referentes internacionales también pueden brindar elementos útiles.

Recapitulando, la construcción de una mejor sociedad se da por medio de un tipo de ciudadano que responda a las necesidades actuales del momento histórico del país. Esto viene a reflejarse en la culminación de la educación secundaria, ya que es la terminación de la educación básica donde se reflejan las competencias que construyó el estudiante. Lo anterior, solo puede lograrse con un profesor competente, que esté actualizado y en constante preparación durante su formación continua, con una base sólida desde la formación inicial. Según Sandoval (2016), existen dos grandes agrupaciones para las políticas de formación docente: formación inicial, y formación continua.

El primer tipo de formación se daba anteriormente en las escuelas normales, quienes eran las únicas encargadas de preparar a los estudiantes mexicanos que serían los futuros maestros del país; ahora también pueden ingresar al sistema de educación secundaria quienes hayan estado cursando una carrera universitaria. En cuanto a la formación continua, se comenzaron a ofrecer cursos para profesionalizar a los maestros en servicio, y con los programas de posgrado se buscó actualizar constantemente a los docentes para mejorar el nivel de quienes ejercen la docencia.

Aunque eso se piensa, en realidad los alumnos de secundaria no siempre tienen a los mejores profesores, pues muchos entran sin preparación y con procesos dudosos, por tanto, no generan compromiso con la educación. Nóvoa (2009), explica que debería existir una formación docente construida desde la profesión que ayude a que las problemáticas educativas repetidas una y otra vez dejen de presentarse. Se necesitaría entonces, conocimiento para enseñar y conocer a quiénes se les enseña; una cultura profesional de reflexión; trabajo en equipo y comunidades de práctica;

basto compromiso social; y un dominio científico y metodológico de la asignatura que se pretende enseñar.

En concreto, se necesitaría la construcción de un desarrollo profesional docente efectivo y eficaz, en donde los docentes partieran desde su práctica para conocer sus acciones no educativas que deberán ser modificadas en procesos de meta-reflexión y autoanálisis personal, para mejorar e incidir en sus prácticas (Espinosa, 2014; Gil y Cortez, 2018). Este proceso continuo y preciso, ayudaría a que los docentes cada vez se volvieran más expertos en su materia y en los procesos metodológicos de enseñanza. Sin embargo, poco se puede hacer en la formación continua, pues todo el desarrollo profesional docente debería partir de la formación inicial; ahí es donde se aprecia críticamente la práctica, se reconocen dilemas, problemas y obstáculos; se contrasta la teoría y la práctica porque desde el primer semestre al ingresar se practica en escuelas secundarias, se reflexiona respecto de las concepciones, experiencias y prácticas, además de que se conocen mejores maneras de evaluar (Nóvoa, 2009). En la formación inicial se fortalece la reflexión, pero durante la formación continua siempre quedan relegados los procesos de reflexión una vez estando en servicio los maestros (Sandoval, 2016).

Es necesario aclarar que en la educación secundaria aparece constantemente el enfoque mecanicista, no existe espacio para criticar la práctica en este tipo de enfoques, pues los docentes no se forman con un pensamiento crítico. Gil y Cortez (2018), explican que para que exista formación crítica e innovadora, deben estar presentes actividades metacognitivas y autorreguladoras, donde la investigación – acción, junto con estrategias de reflexión crítica, estén presentes. Un paradigma en la formación docente comúnmente presente es el académico, de corte positivista (Nóvoa, 2009), el cual focaliza sus acciones, en concebir a un profesor como el sabedor de todo conocimiento, quien debe solo transmitir la cultura a sus estudiantes pues él es el especialista de la disciplina, y el enciclopedismo marca la pauta. Aquí, los alumnos solo deben seguir y aprender las estrategias y técnicas que el docente les expone para aplicarlas y reproducirlas.

Un segundo paradigma, es el técnico, mismo que hace referencia a una enseñanza rigurosa de adiestramiento y entrenamiento de competencias técnicas, siendo el profesor el especialista del cual se deben aprender todas las herramientas para que el futuro profesor sea mejor. Se cree que el estudiante neófito debe aprovechar las ideas y experiencias de alguien con experiencia que posee las estrategias adecuadas (Nóvoa, 2009; Gil y Cortez, 2018). Ambos paradigmas, académico

(centrado en reproducir el saber) y técnico (centrado en reproducir el proceso), con enfoques mecanicista y enciclopedistas respectivamente, al parecer activos-irreflexivos, niegan la construcción de aprendizajes significativos en los futuros profesores durante su educación inicial, lo que repercute consecuentemente una vez entrando en el servicio magisterial, en los aprendizajes de sus alumnos, ya que difícilmente serán de calidad.

Un paradigma de reconstrucción social, con un enfoque crítico-reflexivo se realiza desde espacios reales con un cuestionamiento de la práctica docente, y con análisis minuciosos de lo que se dice y lo que se hace. Esto implica una verdadera reflexión sobre la acción, teniendo como base una fenomenología de análisis de la práctica (Nóvoa, 2009; Gil y Cortez, 2018), con una metareflexión ya que una simple reflexión no asegura el cambio. Así, el desarrollo profesional docente pasa por dificultades que pueden resolverse mediante una formación docente que tenga como base el análisis de la práctica, siendo una espiral que nunca se agota, es dialéctica y está en constante mejora. No importa si se está en la formación inicial o continua, el paradigma con el cual debe formarse un docente siempre debe ser de reconstrucción social, con un enfoque crítico-reflexivo, desde la investigación-acción. En el siguiente cuadro de referencia (Tabla 2), se expresan los paradigmas, con sus respectivos enfoques para aclarar de mejor manera, cómo puede abordarse la formación docente.

Tabla 2

Paradigmas de formación docente

Postura	Paradigma	Enfoque	Investigación	Análisis
Tradicional	Academicista	Mecanicista	Cuantitativo	Bibliográfico
Conductista	Técnico	Enciclopedista	Mixto	Etnográfico
Constructivista	Reconstrucción social	Crítico-Reflexivo	Cualitativo	Investigación - Acción

Nota. Elaboración propia.

Se reconoce que profesores bien formados y actualizados son los mejores candidatos para la construcción de aprendizajes en el aula. Además, se sabe que los profesores de educación básica se enfrentan a retos enormes para lograr que los alumnos aprendan ciencia (AAAS, 1997; Sternberg, 1997; Pozo y Gómez, 2013). Estos problemas se agravan al buscar construir aprendizaje científico que sea significativo, específicamente en la física. Los estudiantes parecen desmotivarse,

y los profesores terminan por impartir las clases bajo un enfoque tradicional que no construye el tipo de ciudadano que se requiere desde el currículo nacional. Por tanto, la didáctica de las ciencias es de suma importancia para lograr los propósitos educativos esperados en la asignatura de física con adolescentes de educación media básica. Si bien es cierto que la educación no es la clave para mejorar los problemas sociales, si es uno de los aspectos más trascendentales para que esto ocurra, y la manera adecuada sería con profesores bien preparados y en constante actualización. Para el caso de ciencias, esta preparación y actualización debería ser bajo la idea de construir aprendizajes significativos con base científica.

2. Descripción del contexto del problema objeto de estudio

Se entiende por contexto educativo la serie de elementos y factores que pueden favorecer o dificultar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los educandos en un proceso complejo de espacio, tiempo y ambiente; con principios de dialogicidad, recursividad, y hologramaticismo (Morín, 1990), comprendiendo a los sujetos que actúan en una esfera biopsicosocial (Harter, 1997a, Harter, 1997b; Monroy, 2002; Salazar, 2002) y en condiciones históricas determinadas (Politzer, 2014). El contexto lo comprenden tres grandes aspectos: el sociocultural, el escolar, y el áulico (Alvarado, 2017). Esto refiere a una visión integral para abordar el problema objeto de estudio.

Para los maestros, es de vital importancia conocer los tres grandes aspectos del contexto, puesto que, en el sistema educativo mexicano se tiene un mismo programa de estudios para la asignatura de ciencias a nivel secundaria, pero los aprendizajes esperados no se desarrollan de la misma manera en una comunidad rural que en una urbana, tampoco los alumnos no se desenvuelven igual en una escuela privada, que una pública.

Es necesario comprender el contexto en el que se desenvuelve el trabajo docente con la intención de conocer las formas probables en las que se dará el proceso de enseñanza - aprendizaje (Mayorga, 1999). El enfoque contextual, combina las características específicas del entorno que, tomadas en conjunto, influyen de manera directa en la enseñanza del maestro y el aprendizaje de los alumnos.

El dar una interpretación al contexto de la práctica docente del profesorado, tiene la intención de rescatar los factores que son relevantes para la enseñanza, ya que cualquier propuesta que se tenga en la mejora de la calidad educativa tiene que considerar las condiciones reales del trabajo docente (Mayorga, 1999). Se trataría pues, de explicar las características contextuales que tienen mayor impacto en el aprendizaje directo de los estudiantes, y la enseñanza del profesor, no necesariamente todos sus aspectos.

2.1 Descripción del grupo de estudio

El estudio se realiza con dos grupos de segundo grado, siendo estos el “D” y “E”, en la Escuela Secundaria ‘Constituyentes de 1917’, en Jerez, Zacatecas. El total de grupos son 14, cinco de primer año, igual para segundo, y cuatro de tercer grado. Se consideró el total de ambos grupos: teniendo 17 y 17 estudiantes, respectivamente, dando un total de 34 alumnos. Cabe destacar que,

la presente descripción del grupo de estudio parte de una evaluación diagnóstica aplicada al principio del ciclo escolar 2021-2022. En la asignatura donde se realiza el estudio del grupo escolar, específicamente lleva por nombre 'ciencias y tecnología II, física', que comúnmente se le denomina física. Esto es porque se imparte en segundo grado; en primer grado los alumnos llevan biología y para tercero, química. El promedio general del examen diagnóstico que se aplicó a principios del ciclo escolar fue de 6.2 y 6.5 respectivamente, en tanto la calificación final para el primer bimestre fue de 8.9, y 9.1. Los resultados se ubicaron por encima de la media de calificaciones de los otros grupos para la misma asignatura en el mismo grado escolar.

El 50% de los estudiantes vive con ambos padres, el resto no tiene a sus padres juntos; ninguno vive con un tutor, pero sí con sus abuelos o algún padrastro o madrastra. Sólo el 12% de los alumnos tiene padres con salarios fijos, o nóminas pagadas cada quincena, mientras que el resto trabaja de manera independiente, mayormente con autoempleo de comerciante. La tercera parte del grupo de estudio ha reprobado al menos una materia en la evaluación del primer trimestre. El 15% de los alumnos tienen promedio de excelencia académica, de todos ellos su madre es ama de casa. Los estudiantes, de manera general, no presentan problemas de autoestima o socioemocionales. No se han presentado riñas en los grupos de estudio hasta el momento; sin embargo, existen peleas constantes entre alumnos a la salida de la escuela, mayormente mujeres.

Las mujeres son cumplidas, a diferencia de los varones con quienes se tienen dificultades para que entreguen sus tareas escolares. La mayoría de los alumnos no ha dominado las operaciones básicas como sumar, restar, dividir y multiplicar, mucho menos hacerlo con un punto decimal o dos puntos decimales, como se explicó en el apartado del problema y justificación. Esto hace que tengan problemas para calcular la rapidez, velocidad, aceleración y la fuerza de un objeto en movimiento o estático.

Sólo cuatro alumnos hacen uso de un pensamiento lógico matemático, y las operaciones concretas basándonos en la teoría psicogenética de Piaget (1957). La intención es, mediante el estudio del grupo escolar, conocer a los educandos en los ámbitos familiar, social, económico, cognitivo, emocional, afectivo y de relaciones sociales que tuvieran impacto con sus procesos de aprendizaje al desarrollar temas de física, para tener un juicio de valor de las posibilidades que tendría al trabajar con ellos; además se permite tener otros puntos de vista que orienten las actividades pedagógicas.

La materia de física para muchos estudiantes es una asignatura compleja y difícil durante la educación secundaria, porque parte de incluir matemáticas, y también el método científico, lo que representa un doble esfuerzo por los enfoques con los que se ha estado trabajando por muchos años; aunque ahora se sabe que la intención es la comprensión integral de los fenómenos físicos, no tanto su matematización (SEP, 2006; SEP, 2017; SEP, 2022). La física estudia los fenómenos de la materia, la energía, y sus interacciones. Por ejemplo, según Valera (2005), Ingeniero de la Universidad Nacional Autónoma de México, Física la define como:

La ciencia que estudia las propiedades de la materia, de la energía y del espacio, así como las leyes que rigen a la naturaleza. Por otro lado, se podría decir que, Física es la ciencia que estudia la energía y sus transformaciones, siendo energía todo aquello capaz de producir un trabajo o provocar un cambio de estado, siendo el trabajo la acción de una fuerza aplicada sobre un objeto a lo largo de una distancia (p. 27).

Así que, con la naturaleza de la disciplina física, se deben reforzar las clases donde se vivan los fenómenos mediante experimentos tanto demostrativos como manipulativos por los mismos alumnos, además de representaciones visuales, que son actividades más concretas para comprender los fenómenos, dejando la abstracción o la matematización en segundo término, que también es importante, claro está. Por otro lado, las actividades tendrían que ser con representaciones potentes (Perkins, 2000), es decir, imágenes mentales claras, esquemas, gráficas o algún material visual donde tengan explícito el comportamiento y explicación de los fenómenos. Por último, lo que no debería ponderarse sería la exposición.

Por lo tanto, con la descripción del contexto, las características del grupo escolar, queda decir que ya se podría tener una idea previa de quiénes son las alumnas y los alumnos, cómo son sus entornos sociofamiliares, y los ámbitos en los que se desenvuelven, entre otras cosas. Sin embargo, tal vez sea en la práctica educativa, es decir, en el tipo de actividades que a continuación se mencionan donde probablemente se defina de mejor manera a los estudiantes cuando están trabajando y así poder comprobar lo realizado por los test, las entrevistas, en los registros y mediante la observación directa elaborada en el diagnóstico inicial y continuo de los grupos de estudio. Ahora es momento de describir y explicar cómo es el contexto en el cual se encuentran inmersos los educandos para tener una perspectiva integral del grupo de estudio, y así comprender las implicaciones psicopedagógicas y didácticas al trabajar el cambio conceptual en ciencias.

2.2 Contexto del estudio

2.2.1 Contexto social

La institución donde se realiza la investigación, como ya se mencionó, es la Escuela Secundaria “Constituyentes de 1917”, que pertenece al municipio de Jerez de García Salinas, Zacatecas, ubicado en el centro de la demarcación, a 60 kilómetros al sur de la capital del estado. La secundaria se direcciona en la calle Damaso Muñetón, Colonia Las Artes, en el sureste del municipio.

En los Barrios de los alrededores viven personas de clase media, siendo las colonias Los Sauces, Modelo, 18 de julio, y Obrera, de donde más estudiantes asisten a la secundaria; sin embargo, también asisten estudiantes de varias comunidades, como Tetillas y Benito Juárez. Cabe mencionar que la colonia 18 de julio es una de las tres más conflictivas de todo el municipio. La mayoría de los padres de los alumnos tiene un ingreso económico que depende de negocios independientes, no asalariados y migrantes que aportan divisa, lo que representa un 88% del salario para los padres de familia, en otras palabras, 30 de los 34 estudiantes dependen de este tipo de ingreso en sus casas.

Los padres transmiten a sus hijos la motivación de estudiar, aunque algunos padres de familia tienen la creencia de que eso no es necesario. Durante un receso escolar, un estudiante me comentó que “no es necesario estudiar, porque mi primo puso una frutería y gana más que mi hermana que no encuentra trabajo y sí estudió la universidad”, lo cual es una realidad en México. Actualmente, estudiar no asegura un futuro estable como antes, pero ahora es cuando más se requiere estudiar, contradictoriamente (Benítez, 2008), puesto que el no acrecentar tus capacidades claramente te dejará en una desventaja competitiva en un país con las condiciones socioeconómicas difíciles para alguien que se postula en la clase media (Esquivel, 2015).

El índice de deserción, abandono escolar y rezago educativo es significativo, ya que cada año por grupo escolar desertan entre uno y dos alumnos. Esto se debe a las pocas oportunidades de empleo con una remuneración competitiva, la práctica tradicional de los profesores, la inseguridad en el municipio y el bajo grado de escolaridad de los padres como factores determinantes para el desarrollo escolar de los educandos (Murayama, 2013). Respecto de esto último, sólo ocho alumnos, tienen padres con grado universitario. Es preciso mencionar que existen familias disfuncionales inmersas en divorcios.

Entender el contexto desde esta perspectiva es importante porque da idea de las vivencias sociales próximas del estudiante, pudiendo entender cómo los educandos dan sentido y significado a las lecciones escolares desde sus experiencias cotidianas (Cobián, Nelsen y Solís, 1999). Así, la tarea del profesor se dota de información que le permite valorar la forma de organizar el contenido para un mejor aprendizaje, ya que el contexto social tiene gran influencia y es determinante en su proceso formativo durante la educación secundaria, aunque el formato de clases no haya cambiado en México desde su creación en 1926, hasta la actualidad después de casi 100 años (Colín, 2014).

2.2.2 Contexto escolar

En la escuela secundaria se integra una organización escolar formal entendida como el conjunto de acciones e individuos que estructuran las acciones administrativas y académicas para posibilitar el aprendizaje de los estudiantes. Sandoval (2001), hace referencia a la organización escolar formal, como las normas, sistemas de control, procedimientos administrativos y académicos necesarios para que el plantel escolar pueda operar teniendo en cuenta la organización de los horarios, dirección, subdirección, personal docente y de asistencia educativa, así como los servicios administrativos, a los alumnos, las comisiones y otros organismos internos.

En otras palabras, son todos los organismos y procedimientos que hacen los agentes del centro escolar dentro y fuera de él, que tienen influencia directa en la educación de los alumnos. Hay distintos tipos de organizar las escuelas: formal, informal, compleja, jerárquica, oligárquica, estructural y desfasada. La organización que tiene la Escuela Secundaria “Constituyentes de 1917”, es formal (Sandoval, 2001. p. 29), porque existe una estructura completa donde se brindan todos los servicios necesarios para organizar un plantel de manera óptima.

En la organización, está la directora en la cúspide del organigrama, seguido por la subdirectora y la coordinación educativa de las cuales se derivan organismos: asistencia educativa, prefectura, trabajo social y biblioteca, aunque la escuela no cuente con biblioteca habilitada en su totalidad, porque no hay quien la atienda. A su vez está la coordinación académica que, aunque se considera en el organigrama no está constituida en la escuela.

En el segundo nivel, enseguida de la subdirección, están los maestros. Derivado de la dirección también se encuentra control escolar, así como los encargados de todos los grados, lo cual facilita que un maestro de requerir una lista de asistencia, o el reporte de calificaciones se dirija con el

personal administrativo de su grado. Hay tres prefectos, quienes se encargan uno de cada grado escolar. Cabe destacar que hay cinco grupos de primero, cinco de segundo grado, y solo cuatro de tercer año; debido a la deserción, en algunas escuelas secundarias en el último año se opta por remover un grupo para completar la matrícula. Contraloría se desprende de la dirección y funciona además como cooperativa escolar. A los maestros se les exigen planeaciones, la subdirectora está a cargo de recibirlas y revisarlas, además de que hace observaciones periódicas en los salones de clase. Se cuenta con una trabajadora social. No existen academias constituidas en la escuela por asignatura. La distribución de la plantilla se muestra en la Tabla 3:

Tabla 3

Personal que integra la escuela secundaria

DIRECTIVOS	DOCENTES	ADMINISTRATIVOS	APOYO	MANUAL
2	28	5	4	4
ALUMNOS				
GRADO	HOMBRES	MUJERES	TOTAL	
PRIMERO	62	57	119	
SEGUNDO	58	54	112	
TERCERO	45	47	92	
TOTAL	165	158	323	

Nota. Elaboración propia.

Se trata de una escuela relativamente con poco personal, además llama la atención como el número de estudiantes en los grupos va disminuyendo en cada grado escolar. Esto concuerda con las estadísticas nacionales realizadas por el INEGI (2019), puesto que en educación secundaria en segundo grado es donde más desertan, y durante más de tres décadas fue el grado que era considerado la media nacional de estudios en México. Por otro lado, para el año 2022 los maestros cambian de aula, a diferencia de otros años que tenían aula-taller, por lo que son los alumnos quienes se mantienen en el mismo salón. En los talleres hay un salón propio para cada maestro, acondicionado para que se desarrollen las clases de acuerdo a la asignatura. Los módulos son de 50 minutos; al día son siete, intermediados por un receso de 20 minutos a las 10 de la mañana. El horario va desde las 7:30 hasta la 13:40.

Existe la Sociedad de Padres de Familia que se designó en la cuarta semana de clases regulares al empezar el ciclo escolar. Aunque en la escuela hay aproximadamente 558 padres de familia o

tutores, a las juntas que convoca la escuela sólo asiste un 50% de estos. La Sociedad de Padres de Familia se nombró seleccionando un representante de cada grupo. Se designó el comité y sus vocales: se encargan de regir qué hacer con los recursos de la escuela, cómo mejorar las instalaciones y algunas decisiones acerca de la organización escolar.

La organización institucional a nivel estudiantil es la sociedad de alumnos, que se constituyó a finales de septiembre para organizar las actividades socioculturales que hay en la escuela, así como deportivas y, de extensión y proyección institucional. La estructura se conformó tomando un representante de cada salón, donde regularmente es el *jefe de grupo*, figura que se nombra en la clase de tutoría a principios del ciclo.

Cabe señalar que se cuenta con un departamento de Educación Especial bastante consolidado, así como psicólogo escolar, mismos que están atentos a los estudiantes que presentan barreras para el aprendizaje y la participación social, es decir, que tienen discapacidad temporal o permanente, así como alumnos con aptitudes sobresalientes bajo los términos que marca la SEP (SEP, 2018).

Por otro lado, los maestros en ocasiones tienen que cumplir horarios en otras escuelas. Otro factor a considerar es que bastantes alumnos han llegado a niveles de escolaridad como segundo de secundaria, porque existe la cultura de la acreditación, aunque no haya aprendizajes (Colín, 2014), es decir, pasan de año sin importar que hayan aprendido la currícula. Con lo anterior, donde se concretan los aprendizajes, es en las clases impartidas por los docentes en las aulas regulares, por tanto, se describe enseguida el contexto áulico.

2.2.3 Contexto áulico

La secundaria cuenta con amplia infraestructura y recursos materiales, ya que la escuela es muy grande, pero los espacios no están completos ni remodelados de manera que posibiliten una práctica educativa pertinente. Esto es relevante puesto que el estado físico en el que se encuentran las secundarias constituye un factor importante que influye en el tipo de servicio educacional que se ofrece a los estudiantes (Mayorga, 1999). Aunque últimamente en la escuela secundaria se han tenido transformaciones bastante positivas, debido a las gestiones de la directora escolar.

En palabras de Mayorga (1999), en las escuelas de México la infraestructura está dañada, en malas condiciones, además de que es insuficiente para atender a todos los alumnos; siendo un verdadero

reto poder estar atentos. Aunque cabe destacar, como excepción, que es una escuela muy bien cuidada y acondicionada, puesto que las gestiones que realizan en el área directiva son bastantes y muy fructíferas, reflejando el compromiso de parte de los directores para mejorar las condiciones áulicas, por tanto, de trabajo docente. La institución cuenta con 17 salones para clases regulares, mismos que se comparten con los talleres. Existe sólo una cancha, que es utilizada para básquetbol, fútbol rápido, y voleibol, con reducidas áreas verdes. En dicha cancha, los estudiantes juegan en los recesos y las horas que no tienen clase a falta de maestros, pero los educandos con frecuencia rebasan el tiempo del recreo, lo que conlleva a que lleguen tarde al salón, se desorganicen las clases una vez iniciadas, y exista indisciplina cuando vuelven del receso.

En las oficinas administrativas se incluyen los siguientes espacios: trabajo social y prefectura en la entrada, como una *isla* cerca de la dirección; secretariado, dirección, subdirección, y contraloría, muy bien acondicionadas con todos los servicios. Hay biblioteca escolar, se puede usar cuando el maestro lo solicite, pero está cerrada porque no se cuenta con alguien que la atienda, aunque está muy bien cuidada y organizada en el espacio que se dispone para ello. La escuela cuenta con proyector, computadora y bocinas que se pueden pedir a contraloría para trabajar.

Por último, existe un laboratorio con instalaciones que sí funcionan, mismas que son atendidas por laboratorista y maestra de biología, que desempeña doble función. Es un espacio reducido, pero hay iluminación, ventilación y materiales posibilitando adecuadamente el trabajo con fines didácticos. La mayoría de las veces los alumnos traen lo necesario para hacer las prácticas puesto que en ocasiones los materiales, aunque esté equipado no son lo más adecuados. Así que eso ayuda en las condiciones del aula que se manifiestan para que se desarrollen las clases de manera adecuada. Lo anterior es un referente que ubica las condiciones físicas de la escuela. En cuanto al aula, su contexto tiene mucho que ver con la manera en cómo se hacen las cosas en la misma. Los alumnos están acostumbrados a llegar tarde al salón y que los dejen pasar. Los maestros por no dejarlos afuera acceden a ello.

Los estudiantes cumplen irregularmente con tareas y lo más preocupante es que los maestros se las revisan sólo algunas veces, además de que las encargan como producto del momento, de la ocurrencia, y no de una planeación estructurada. Lo anterior se refleja en el comentario de la directora de la escuela, en el Consejo Técnico Escolar (CTE) llevado a cabo en su fase intensiva del 22 al 26 de agosto del año 2022: “se ha notado que por no manejar los tiempos efectivos de

clase, los alumnos no terminan la actividad, y simplemente lo que hacemos como maestros es dejarles que lo terminen de tarea, como extensión de algo que hay que acabar, pero que no tiene sentido; y encargan tareas y a veces tampoco las revisan, y los alumnos ya no las hacen porque no le encuentran sentido, y cuando las traen, no se las califican”. Los alumnos y sus padres son poco comprometidos en actividades escolares, pero lo grave es que en los CTE se atribuye los problemas del aprendizaje mayormente a los padres de familia, y poco a la práctica de los docentes.

Contradictorio a lo que se pudiera creer, acostumbrados a las clases tradicionales, los alumnos prefieren que los maestros les dicten. En un diálogo con un estudiante de segundo año, cuando se le preguntó: ¿Cómo son las clases que más te gustan de los maestros que te agradan? Él respondió: “Me gusta cuando la maestra dicta porque así nosotros escribimos y ya nos aprendemos lo que tenemos en el cuaderno y es más fácil”. Este diálogo anterior es algo alarmante porque al hacer referencia que, cuando le dictan “aprende”, se enfoca al gusto desarrollado por lo memorístico, forma de enseñanza que fomentan los maestros, puramente positivista y tradicional. Por lo tanto, los estudiantes desde primer año se forman para reproducir los contenidos del programa de tal manera que, aunque no los entiendan, los memorizan; no obstante al poco tiempo lo olviden.

Para aprender el tema de fuerza de atracción gravitacional se requiere conocimiento de potencia, notación científica, conversión de unidades, operaciones de notación, textos argumentativos, entre otros aspectos, y los estudiantes no son capaces de comprender la gravitación debido a que esos temas de los que se deben apoyar regularmente lo hacen de memoria. El contexto áulico es muy importante porque les deja representaciones a los alumnos de lo que es su escuela, en particular, de cómo se vive en ella y se aprende. Para este plantel, el aprendizaje se da mayormente en las aulas y es adecuado pues las butacas están en buen estado, el salón siempre limpio, pueden dejar los libros que no utilizan allí, hay luz, entre otras cosas que facilitan el aprendizaje. Sin embargo, no sólo debe reducirse a ese espacio puesto que la escuela es un todo. Lo anterior habla sobre el contexto en los ámbitos social, escolar y áulico; así como de la manera en que esto impacta en el aprendizaje de los estudiantes, ya que entender la forma en la que se enseña y se aprende con relación al contexto es importante en términos educativos.

3. Marco teórico-conceptual

El problema objeto de estudio de la presente tesis, versa sobre la construcción de aprendizaje significativo bajo la metodología del cambio conceptual haciendo énfasis en la fase medular del conflicto cognitivo. Desde la teoría curricular (Nieda y Macedo, 1997), el aprendizaje significativo es una postura psicopedagógica; por otro lado, el cambio conceptual es una metodología de aprendizaje de las ciencias (Pozo, 2013; DelVal, 2014), y los conflictos cognitivos mediante situaciones problema, son la fase central de esta metodología, desde esta investigación. Estos tres conceptos están presentes como componentes del aprendizaje en las ciencias, específicamente en la física. Cuando el cambio conceptual se lleva a la práctica de forma efectiva y las situaciones problema que se les plantean a los estudiantes son contextualizadas, dinámicas e interesantes, se facilita la construcción de aprendizajes significativos.

Entonces, desde la pregunta central de esta investigación: *¿cómo construir aprendizajes significativos en la enseñanza de la física con estudiantes de educación secundaria?* Para responder esta cuestión, es preciso comenzar de lo general a lo particular, así es como se comienza explicando el aprendizaje significativo, enseguida el cambio conceptual, y finalmente concretando el planteamiento de situaciones problema mediante un conflicto cognitivo. Lo cual se basa en una postura constructivista ya que posibilita una intervención pedagógica adecuada que asume el principio de ajustar la acción educativa a las necesidades específicas de los alumnos y las características del contexto posibilitando un currículum abierto y flexible (Coll, 1991).

La concepción constructivista del aprendizaje asume las ideas presentadas inicialmente por Piaget (1957), de forma explícita, donde el aprendizaje se ve como un proceso de construcción interno, activo e individual del sujeto que aprende (Nieda y Macedo, 1997), en la acción colectiva con los otros (Vygotsky, 1995). Esta concepción ayuda a que el proceso de enseñanza-aprendizaje, y la significatividad-funcionalidad sea interiorizado por el que aprende de mejor manera para analizar los problemas, situaciones o lo que acontece en un contexto determinado (Zabala, 1989). El constructivismo se adopta cuando un profesor entiende la enseñanza como un proceso activo, dinámico, participativo y flexible para los educandos, donde la motivación y sus intereses son primordiales para hacer que aprendan, siempre relacionado con su vida cotidiana, y el docente a la vez que es profesor, también es aprendiz donde confluyen explícitamente por el que enseña la intención, la acción, y la reflexión (Díaz, 2006).

Un profesor bajo esta premisa constructivista debe conocer la etapa de maduración en la que se encuentran sus alumnos. Los estudios sobre el desarrollo son de bastante relevancia porque ayudan a la comprensión integral de los adolescentes en sus esferas biológica, psicológica y sociológica. En tanto los profesores entendamos cómo se desarrolla, especialmente desde las teorías cognoscitivas, se abona a la construcción de conocimiento en el aula (Meece, 2001). La edad de los alumnos oscila de los 12 a los 14 años, lo cual, desde la teoría psicogenética de Piaget (1957), logra ubicarlos en el estadio de las operaciones concretas, donde se caracteriza dicha etapa por la construcción del pensamiento hipotético – deductivo.

Esta etapa expone cómo es que los estudiantes pueden imaginarse y predecir fenómenos naturales que comúnmente tienen a su alcance, que entre más sensorperceptivos sean, es más fácil que puedan comprenderlos. Desarrollando la idea psicogenética, la intención de los conceptos mentales, en cualquier etapa del desarrollo es que pase por un proceso de asimilación de los nuevos conceptos, posteriormente una acomodación en las estructuras existentes, enseguida una adaptación para poder aplicarlos en diferentes contextos donde los fueron aprendidos, y un equilibrio para que se incorporen, consolidándose en la cognición con sus ideas preexistentes (Piaget, 1957). Lo anterior es importante destacarlo porque a partir de las ideas biologicistas, conductistas, y cognitivas del desarrollo, es desde donde se puede entender cómo se forman las ideas en la cognición de los estudiantes según su proceso de maduración (Meece, 2001).

Por tanto, la teoría cognoscitiva del desarrollo entiende que, para comprender de manera integral a los adolescentes, como ya se mencionó, hay que conocer dicha etapa del desarrollo, además de su medio natural y social en el cual se desenvuelven. Es importante porque el ambiente influye en el retraso o adelanto de su proceso de maduración, puesto que se sabe que todos los estudiantes como sujetos, pasan por las etapas psicogenéticas, pero no todos lo hacen al mismo tiempo, ni de la misma forma (Palacios, Marchesi, y Carretero, 1999; Meece, 2001). Si logramos conocer los contextos socioculturales de los estudiantes, es probable que de igual manera se pueda conceptualizar de dónde proviene la construcción de conocimiento que poseen a lo que se denomina ideas previas, que son precisamente las ideas alternativas que poseen para explicar un fenómeno natural (Pozo y Gómez, 2013).

Es difícil que en las teorías sobre el desarrollo los investigadores coincidan sobre cómo se construyen las ideas durante éste, pero en lo que se está de acuerdo es, en la idea de que deben

existir varias posturas para comprenderlo, y cuando los profesores se apropian de estas, contribuyen con una mejor didáctica en el aula (Meece, 2001). Por tanto, la necesidad de que se asuma una postura frente al desarrollo desde la cual mirar el aprendizaje. Se expresa la idea de que ubicar a un estudiante en una etapa de desarrollo desde la psicogenética, en el estadio de operaciones formales, determina el tipo de conflictos cognitivos que se le plantean a su nivel cognitivo. Recordemos que este tipo de conflictos se establecen por medio de situaciones problema, lo que lograría, en suma, aprendizaje significativo. Aspectos teóricos que a continuación se plantean.

3.1 Aprendizaje significativo

El aprendizaje significativo es una teoría cognoscitiva propuesta por el psicólogo David Ausubel, que explicaría el aprendizaje a partir del funcionamiento de la mente humana, bajo un enfoque constructivista desde el cognoscitivismo (Ausubel, 2019). Esto quiere decir, que su fundamento es psicológico, centrado en cómo la mente interpreta, procesa y almacena la información para pensar y aprender, además de resolver los problemas. Este tipo de aprendizaje es de suma importancia porque da significados a las estructuras conceptuales en la mente del sujeto que aprende para explicar el mundo en el que vive, consolidando los aprendizajes que se pueden utilizar en diferentes contextos y problemas.

Para que sea posible el aprendizaje significativo, el estudiante tiene que vincular sus ideas previas, con el nuevo contenido que se le plantea, con lo cual se explicaría mejor el mundo en el que vive, transformándolo de ser necesario, y resolviendo los problemas que se le presenten. Menciona Shuell (1986), que el aprendizaje significativo de Ausubel, en el ámbito educativo, trataría de que el maestro relacione de forma intencionada y consciente el material que está inmerso en el contexto del estudiante y su estructura cognitiva para lograr que aprenda el contenido nuevo. Esto llevaría al alumno a usar lo que sabe para entender su realidad, explicársela y finalmente poder incidir en ella de la mejor manera posible. El aprendizaje significativo es asociacionista (Ausubel, 1968), porque los estudiantes utilizan de manera eficaz los conocimientos previos en la adquisición de nuevos saberes, que se relacionan con el nuevo contenido. Así que esta teoría se entiende como la interacción entre conocimientos que ya posee el que aprende y la nueva información que se va a aprender.

Por otro lado, se presenta el aprendizaje por descubrimiento como una formación de conceptos que abona a la solución de problemas, para después el contenido construido en las representaciones mentales, hacerse significativo (Bruner, 2018; Ausubel, 2019). Aunque cabe aclarar que el conocimiento no se descubre, se construye. En la visión de Bruner (2018), no es que se descubra el conocimiento, sino que se descubren fenómenos o situaciones nuevas donde a partir de estas experiencias se construyen los conocimientos. Una cuestión importante es, que no todo aprendizaje por descubrimiento es significativo, y no todo aprendizaje por repetición no es significativo. Ambos pueden ser repetitivos o significativos. Serán aprendizajes significativos cuando se relaciona lo que el alumno sabe con el nuevo conocimiento de forma no arbitraria y sustancial, es decir, se vuelve necesario permitir innovaciones (Ausubel, 2019), de lo contrario será un aprendizaje por repetición sin significado cuando se presenten los contenidos de forma arbitraria, sin metodología, inconscientes al orden epistemológico.

Para el aprendizaje significativo, el aprendizaje de representaciones por medio de recepción es de suma importancia para abandonar las ideas intuitivas sobre el mundo, es decir, las concepciones erróneas, por concepciones científicas (Martí y García-Milá, 2007). Se asume que el aprendizaje significativo por recepción “es importante porque es el mecanismo humano por excelencia que se utiliza para adquirir y almacenar la vasta cantidad de ideas e información representada por cualquier campo de conocimiento” (Ausubel, 2019, p. 47).

Otra condición es que el material que se utiliza sea potencialmente significativo. Esto quiere decir que el material que se utiliza debe ser plausible, sensible y planearse su utilización, no hacerlo de forma azarosa, debiendo estar relacionado con sus estructuras cognoscitivas apropiadas que el alumno ya posee, diciendo Ausubel (2019, p. 46) que “La interacción entre los significados potencialmente nuevos y las ideas pertinentes de la estructura cognoscitiva del alumno da lugar a los significados reales o psicológicos”. Es decir, primero las personas forman palabras, que en su conjunto llegan a ser frases y las comprenden como conceptos, donde finalmente se vuelven proposiciones.

De hecho, el mismo autor (Ausubel, 2019), menciona que estos son los tipos de aprendizaje significativo: aprendizaje de representaciones, aprendizaje de conceptos, y aprendizaje de proposiciones. El aprendizaje significativo de representaciones se ocupa de los significados simbólicos o palabras unitarias, denotando aprender lo que representan o a qué son equivalentes.

Por su parte el aprendizaje significativo de conceptos es la combinación de varios términos en forma de oración, para constituir proposiciones, siendo estas unidades genéricas o categorías también representados por símbolos solos. Finalmente, el aprendizaje por proposiciones consiste en captar el significado de nuevas ideas expresadas en forma de proposiciones, es decir, aprender el significado de proposiciones verbales que expresen ideas diferentes a las de equivalencia representativa, más allá del significado de las palabras componentes.

Lo anterior representa algo similar al planteamiento de Pozo y Gómez (2013), cuando argumentan que hay tipos de verbalización que expresan si lo que se ha aprendido ha sido significativo, lo que subyace a un cambio conceptual, existiendo tres tipos de estos contenidos: datos, conceptos y principios. Un dato es una afirmación o declaración sobre algún aspecto del mundo; los conceptos proporcionan marcos para interpretar no solo los datos nuevos, sino además los aspectos factuales del contenido y sus interrelaciones; por su parte existen además los principios o también llamados conceptos estructurantes ya que son muy generales y de gran nivel de abstracción. Es precisamente esta jerarquía de niveles lo que constata un cambio conceptual, que logra un aprendizaje significativo a su vez (Pozo y Flores, 2007).

Los datos son más fácticos, más dicotómicos, puesto que se sabe o no se sabe el dato. En cambio, los conceptos son referidos a una relación entre varios datos que implica comprensión, y aplicación determinada. Cuando se poseen varios conceptos, se puede asimilar los principios con bases teóricas con la intención de estructurar una noción más amplia, compleja y coherente del conocimiento. Esto es importante explicarlo porque al estudiar el aprendizaje significativo y la naturaleza de estos contenidos verbales, ayuda a que precisamente el aprendizaje significativo dé paso al estudio del cambio conceptual, entendido como el cambio de estos conocimientos previos de los estudiantes (Pozo y Gómez, 2013).

Esto es necesario comprenderlo puesto que, en esencia, una condición del proceso de aprendizaje significativo, es que las ideas que expresa el profesor de forma simbólica, las presente no arbitraria y sustancialmente. Lo anterior requiere de una labor planeada, consciente y estructurada, con algún aspecto existente específicamente relevante de la estructura cognoscitiva del alumno como una imagen, algún símbolo, o proposición, que plantee el uso de datos, conceptos o principios.

Debe existir significancia en las actividades escolares, en toda la tarea educativa, para que el aprendizaje de las ciencias tenga un significado real o psicológico, es decir, se relacione con los procesos que ya se conocen los alumnos, y les encuentren aplicabilidad en el mundo en que se desenvuelven. Siempre tomando en cuenta que el estudiante debe querer aprender, pues de lo contrario, todo lo que adquiera lo hará de forma memorística, sin ninguna relación a lo que ya conoce, porque entonces será un proceso mecánico; por el contrario, debe ser consciente de forma explícita. Así, la significancia se puede entender con aspectos claramente definidos como se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4

Relaciones del aprendizaje significativo

Tipos de significado	Enlace	Requisito / Dependencia / Proceso
Aprendizaje significativo o adquisición de significados	Requiere de...	1. Material potencialmente significativo. 2. Actitud de aprendizaje significativo.
Significatividad potencial	Depende de...	1. Significatividad lógica: la relacionabilidad intencionada y sustancial del material de aprendizaje con las correspondientes ideas pertinentes que se hallan al alcance de la capacidad de aprendizaje humana. 2. La disponibilidad de tales ideas pertinentes en la estructura cognoscitiva del alumno en particular.
Significado psicológico (fenomenológico idiosincrásico).	Es el producto del...	1. Aprendizaje significativo. 2. La significatividad potencial y la actitud de aprendizaje significativo.

Nota. Tomado de Ausubel, 2019, p. 49.

Lo anterior nos llevaría a resumir la teoría del aprendizaje significativo en la idea particular que subyace al proceso de enseñanza aprendizaje tal como lo expresa Ausubel (2019, p. 67):

Hemos señalado la importancia del conocimiento pertinente que existe en la estructura cognoscitiva para la facilitación del aprendizaje significativo. El conocimiento nuevo se vincula intencionada y sustancialmente con los conceptos y proposiciones existentes en la estructura cognoscitiva. [...] En el mejor de los casos, los componentes ya significativos de la tarea de aprendizaje pueden relacionarse a las ideas unitarias que existen en la estructura cognoscitiva.

En otras palabras, cuando se incorpora sustancial e intencionalmente una tarea de aprendizaje potencialmente significativa de forma proporcional y pertinente a la estructura cognoscitiva para que surja un nuevo significado, implica que el significado recién aprendido llegue a formar parte integral de un sistema de ideas particulares en los esquemas mentales que ya posee el alumno. Aunque con esto, puede incorporarse un conocimiento significativo en la instrucción que no necesariamente sea científico; ya sea porque el alumno lo asimiló inadecuadamente, o porque el profesor lo presentó sin darse cuenta de que era una noción inadecuada de la ciencia.

Esto, según Pozo y Gómez (2013), genera un problema grave porque hace que las concepciones alternativas en las que se debería enlazar el nuevo conocimiento; se produce un arraigo más fuerte de una idea previa errónea, que luego resultaría muy difícil de ser modificada mediante cambio conceptual, y los estudiantes las arrastrarían, llevándose las ideas no científicas a niveles altos de instrucción.

El aprendizaje significativo, acotado a la educación, específicamente en la asignatura de ciencias física, procura la construcción de conocimiento que modifique las ideas previas erróneas de los educandos para que pasen de un estado intuitivo-empírico, a una perspectiva de corte científico. Este aprendizaje es importante porque ayuda a interpretar la realidad y el entorno en el cual están inmersos los estudiantes, y a transformarlo cuando es necesario, resolviendo los problemas que se les presentan (DelVal, 2014).

Alguien que aprende significativamente, lo consolida en sus esquemas mentales pudiendo sustraerlo cuando se requiera dependiendo de la situación que lo demande. Es una postura psicológica que sustenta la educación, donde la idea básica de este tipo de aprendizaje, es abatir el aprendizaje memorístico, figurando la relación de las ideas previas con el nuevo conocimiento como eje central para su construcción.

Para que el aprendizaje significativo ocurra, pueden utilizarse distintas metodologías dependiendo de la esencia de cada asignatura, incluso dentro de la misma asignatura. Para la presente tesis, el cambio conceptual, como metodología para el aprendizaje de las ciencias, postula la modificación de las ideas previas que poseen inicialmente los educandos, erróneas en muchas ocasiones, sobre los fenómenos naturales, mismas que son conceptualizadas desde su entorno natural y social, así como desde su proceso académico, y que se encuentran implícitas en los esquemas cognitivos.

Esta metodología alude perfectamente a un aprendizaje significativo, puesto que explica la modificación de estas primeras ideas intuitivas que explican el mundo de los educandos. Por tanto, enseguida presentamos la idea de cambio conceptual como metodología para el aprendizaje científico que parte del aprendizaje significativo, vinculando el proceso metodológico con el sustento psicopedagógico.

3.2 Cambio conceptual

El cambio conceptual se ha caracterizado cómo proceso metodológico para los procesos de enseñanza aprendizaje en las ciencias. Es Juan Ignacio Pozo Municio, quien sintetiza gran parte las aportaciones de los investigadores de dicha metodología, y aclara un panorama sucinto en la didáctica de las ciencias. Según Pozo (1997), el cambio conceptual se concibe como la modificación de las ideas previas de los alumnos, entendiéndolas como las representaciones que poseen los estudiantes frente a fenómenos naturales concretos sobre los procesos que estudia la ciencia.

En otras palabras, el cambio conceptual se refiere a la transformación en la manera de concebir el mundo para explicarse y modificar su entorno, en forma positiva; se trataría pues de una transición de sus ideas previas, a una visión con respaldo científico pasando por un proceso de aprendizaje. Este cambio, además de ser de conceptos, también implica conocer procedimientos, actitudes y valores, lo que constituye los componentes de las representaciones. Un cambio representacional es más integral, que solo uno conceptual (Pozo, 1997), porque incluye componentes de la competencia.

Los conceptos se caracterizan por ser conformados por hechos, datos, y principios; los procesos por técnicas y estrategias; y las actitudes por normas y valores (Pozo y Gómez, 2013). Si se desea un cambio conceptual, tendría que acotarse al componente representacional sobre el cual se va a hacer dicho cambio, ya que cada componente requiere didáctica específica al ser modificada. Estas modificaciones se procesan en la mente de los sujetos que aprenden los fenómenos científicos. Pozo (2006) señala que las representaciones son producto de los sistemas cognitivos, ya que solo estos adquieren y construyen representaciones sobre el mundo interno y externo (base fundamental de la ciencia cognitiva). El mismo autor en otro texto versa sobre la idea de un cambio representacional para efectos educativos y formativos:

Pensar en el aprendizaje de la ciencia como un proceso de cambio representacional, y no solo conceptual, implica asumir que adquirir los conocimientos científicos requiere no solo acceder a nuevos conceptos, sino sobre todo a nuevos formatos y sistemas de representación, diferentes a aquellos en los que se estructuran nuestras teorías intuitivas (Pozo, 2007, p. 87).

Un cambio conceptual, sucede cognitivamente en las representaciones factuales, conceptuales, procedimentales y actitudinales en la mente de los alumnos, cuando estos componentes de las representaciones, conceden una reestructuración teórica (interpretación de los fenómenos en términos de interacción y conservación), una explicitación progresiva (dominio de nuevos lenguajes y sistemas de representación), y una integración jerárquica, asumiendo la diferencia entre conocimiento cotidiano y científico (Pozo, 2006).

Las representaciones son complejas ya que combinan diversos elementos, pero siempre son referidas a un contenido determinado. Hacen alusión a algo en específico, generándose a partir de las necesidades del sujeto; sirviendo para entender y explicar el mundo, y para actuar en él, ya que una acción se desarrolla bajo el marco de una representación (DelVal, 2014) que, al modificarse, se produce el cambio factual, conceptual, procedimental y/o actitudinal. En la metodología de cambio conceptual aún hay mucho por explorar, más aún en el aprendizaje de la física en educación secundaria. En el aprendizaje de las ciencias, particularmente en la física, se plantean varias metodologías que se proponen para la construcción de conocimiento, siendo las siguientes: aprendizaje basado en problemas, proyectos, experimentación, consignas, por pregunta central y cambio conceptual.

Laborde (2004), concuerda con Pozo y Flores (2007), al mencionar que llevar a cabo un aprendizaje con los alumnos implica hacer uso primordialmente de la metodología del cambio conceptual. Esta metodología es una de las más apropiadas para favorecer la construcción de aprendizaje científico en la actualidad. Es importante recalcar que parte de una concepción evolutiva del conocimiento, es decir, tiene sustento en el desarrollo cognitivo del alumno.

El cambio conceptual, de acuerdo con Carretero (1996), se conforma de las siguientes fases: rescate de ideas previas, planteamiento de conflicto cognitivo, propuesta de investigación y resolución del problema y, reestructuración de las ideas. Estas fases son necesarias en una reconstrucción de conceptos que permita mejorar la comprensión del mundo en el que viven los estudiantes; sin embargo, pueden explicitarse, para ser más específicas para el uso del profesorado, quedando de la siguiente manera: orientación y contextualización del aprendizaje; identificación y explicitación de

las ideas previas; desequilibrio y contrastación de las ideas previas; clarificación e intercambio de ideas erróneas; exposición a situaciones de conflicto; interpretación y resolución del problema: investigación, experimentación, matematización; consolidación: aplicación de los nuevos conceptos; consolidación: transferencia a situaciones nuevas; revisión del cambio en las ideas previas a ideas científicas. Existe coincidencia con respecto al cambio conceptual en Pozo y Flores (2007, p. 7), cuando mencionan que:

La idea de que la generación, el desarrollo o la adquisición de las formas más avanzadas de conocimiento científico no puede entenderse en términos de la acumulación progresiva de nuevos conocimientos que se añadan a los preexistentes, sino que requiere de *revoluciones* o *reestructuraciones* conceptuales con características diferentes que [...] en todo caso supone, de algún modo la ruptura con las formas de conocimiento anteriores.

La construcción de conocimiento científico con los estudiantes requiere dejar atrás los esquemas anteriores que son erróneos, lo que dificulta el cambio conceptual, porque son ideas bastante arraigadas que utilizan cotidianamente y han estado ahí para explicarse los fenómenos del mundo natural. En las investigaciones de Kuhn (1970), podemos encontrar sustento en la filosofía de la ciencia para el cambio conceptual, cuando sostiene que las explicaciones que una persona tiene sobre los fenómenos se reestructuran cuando ya no son suficientes para explicarse lo que le pasa, haciendo que llegue a mejores construcciones de conocimiento científico. Estas reconstrucciones mentales pueden entenderse bajo el cambio conceptual, desde tres diferentes ámbitos: epistemológico, psicológico y educativo (Pozo y Flores, 2007), lo que promueve el entendimiento de la metodología de forma integral. Desde una postura epistemológica, el cambio conceptual puede entenderse en tres dimensiones, donde se explicaría la evolución del conocimiento.

Para elaborar el conocimiento se necesita de la descripción de los fenómenos, es decir, para poder elaborar un concepto es necesario comenzar desde lo más básico como sería describir las características generales del fenómeno. Por otro lado, cuando existe inacción del conocimiento por el suficiente tiempo, el conocimiento se atrofiaría, siendo difícil recurrir a él cuando sea necesario. Finalmente, en el ámbito epistemológico se encuentran las representaciones, como una forma profunda de originar el conocimiento a través de las interpretaciones del mundo natural a partir de las ideas que ya poseen. Existen distintas explicaciones como las planteadas por Kuhn (1970) y Bachelard (2000), que versan sobre cómo se reconstruyen las concepciones científicas, y cómo aún superadas, siguen coexistiendo en un sistema complejo de redes conceptuales; desde la

epistemología se conoce el cambio conceptual y representacional en tanto mecanismo de evolución de conocimientos, aunque no ha quedado resuelto cómo ocurren dichos cambios (Pozo y Flores, 2007).

Por otra parte, en su dimensión psicológica, el cambio conceptual, responde a la adquisición de nuevos marcos conceptuales o sistemas de representaciones de los fenómenos físicos, explicándose en términos de progreso en las estructuras o formas de pensamiento (Pozo y Flores, 2007). Se trata más de un cambio conceptual en una parcela del conocimiento específico, más que en todo el sistema de creencias. Así, no hay que pensar la reconstrucción conceptual en términos de estadios de cambio, sino en conocimientos específicos de cada fenómeno, e incluso dentro de cada disciplina, dependiendo del objeto de estudio a trabajar, varía la forma en que suceden los cambios conceptuales.

Luego, en el plano instruccional, es decir, educativo, el cambio conceptual es difícil de promover. Aunque se tiene ya años con varias teorías que explican cómo es este cambio, sobre todo las psicogenéticas, también se ha demostrado que después de procesos instruccionales los estudiantes aún siguen teniendo las mismas ideas erróneas que poseían en un principio; incluso en grados avanzados arrastran concepciones equivocadas sobre la ciencia que se suponía ya les habían sido enseñanzas (Pozo y Flores, 2007). Por eso, estas ideas previas, para ser modificadas y poder consolidar el cambio conceptual, pueden ser entendidas cuando evolucionan, cuando se reconstruyen, y cuando coexisten.

Estos ámbitos, epistemológico (cambio en áreas específicas de disciplinas de conocimiento), psicológico (cambio en esquemas cognitivos y formas de pensamiento), e instruccional (cambio en los temas que aprenden a partir de la enseñanza), deben entenderse bajo condicionantes más no determinantes. Los tipos de cambio conceptual o representacional se deben entender no solamente como cambios en los conceptos, sino también en los procesos, actitudes y valores, entendidos desde un acercamiento situado o contextual, y motivacional o afectivo (Pozo y Flores, 2007).

Estos aspectos cognitivos, afectivos y sociales, condicionan el cambio conceptual en la didáctica de las ciencias. Esto implica no solo mencionar que esta metodología construye un cambio en un concepto específico en la mente de los alumnos, puesto que se trataría además de un cambio representacional, cuando sucede también en los procesos, actitudes y valores. La reconstrucción

ocurre en áreas específicas de dominio científico, así como en contextos particulares, desde las emociones de los educandos. En síntesis, el cambio representacional ocurre en condiciones epistemológicas, psicológicas, e instruccionales específicas. Lo influyen un contexto, situación, motivación, y fenómeno, específicos; tomando en cuenta lo conceptual, procedimental y actitudinal del cambio, donde no necesariamente se supera la representación anterior, puesto que puede reconstruirse, evolucionar o coexistir dicha representación. Es necesario, aceptar esta máxima del cambio conceptual, pues como justifican Pozo y Flores (2007), aceptar que el cambio es representacional, vuelve esta teoría una postura integradora para no comprender solo un cambio en lo conceptual desde lo cognitivo, sino incluir los aspectos con base en un sistema complejo que permita al profesor consolidar su conocimiento sobre dicho cambio.

El cambio, más que conceptual es representacional. Como indica Pozo y Flores (2007), se modifican las representaciones desde los tipos de conocimiento existentes, desde sus tres dimensiones: la naturaleza del cambio, los procesos del cambio y sus dominios. Se consolida que el proceso de cambio conceptual, así como una definición formal que lo explique, carece de sentido, porque no hay uno solo, sino varios tipos de cambio dependiendo del contenido a trabajar, la disciplina a enseñar, y el contexto de aprendizaje. Por ello, en la naturaleza del cambio se representa desde lo epistemológico, evolutivo, e instruccional; los procesos del cambio serían crecimiento, ajuste, reestructuración, y los dominios de ese cambio son biología, física y química, para la ciencia (Pozo y Flores, 2007).

En cuanto a la primera dimensión, la naturaleza del cambio se concreta como una dimensión epistemológica, histórica, y cultural. Se promueve el cambio conceptual en el aprendizaje y la enseñanza de la ciencia de manera intencionada por parte del profesor, explícita y deliberadamente mediante el conocimiento curricular de estos dominios (para eso se puede revisar el apartado del marco metodológico en donde se explican las fuentes curriculares a detalle). Es Pozo (2006) quien explica que la adquisición de conocimiento produce una diferenciación cognitiva progresiva entre estos dominios cada vez más complejos, a partir de una red básica para construir conocimiento nuevo, no siempre compatible con el anterior, expresado de la siguiente forma:

Epistemológico: referido al modo de comprender la naturaleza del conocimiento científico con la intención de saber su esencia particular. Sistema de disciplinas desde el que se clasifica el conocimiento de una sociedad.

Evolutivo: consiste en entender la ciencia desde la forma en que, a lo largo de la historia y los científicos, construyeron conocimiento científico. Dominio cognitivo del conocimiento humano.

Instruccional: particulariza en los procesos didácticos que desde lo académico posibilita el planteamiento de la ciencia para resolver e investigar los problemas de la ciencia. Sistema de disciplinas en las que se instruye a los ciudadanos de una sociedad.

Respecto de los procesos de cambio, aunque dependen de la asignatura, la construcción de conocimiento en cada sección de esa disciplina, y los recursos instruccionales que lo posibilitan desde la instrucción, también es necesario hablar de la segunda dimensión, sus procesos de cambio. ¿Cómo cambia los conceptos con el cambio conceptual? Hay autores como Pozo y Flores (2007), y Rodríguez Moneo (2007), que distinguen entre cambios fuertes y débiles, radicales y profundos, o normales y superficiales. Existen procesos de profundidad en dicho cambio (Pozo y Gómez, 2013):

Crecimiento: cambio en la base de datos o conceptos, es decir, en las representaciones más generales y simples para explicarse y resolver los problemas de los fenómenos naturales que se nos presentan.

Ajuste: cuando asimilamos dicho crecimiento a nuestros esquemas mentales para utilizarlos con facilidad trayéndolos ante nosotros cuando es necesario.

Reestructuración: parte final cuando ocurre el cambio conceptual cuando se modifica toda una teoría o un sistema conceptual.

En cuanto al dominio, es decir, a las ideas esenciales de cada área de la ciencia en particular, como puede ser la biología, física, y química, se sabe que, en palabras de Pozo (2007, p. 79):

La investigación ha mostrado sobradamente que los procesos cognitivos, y entre ellos los procesos implicados en la adquisición y cambio de conocimiento, son dependientes del dominio, y por tanto no pueden mantenerse modelos y teorías psicológicas de dominio general que suponen [...] son las mismas para todos los sucesos y contextos.

Se parte de ideas empíricas erróneas como preconcepciones alternativas que no terminan por explicar de manera científica los fenómenos naturales. Para poder tener dominio científico de una parcela de conocimiento, habrá que consolidar el conocimiento científico en el dominio concreto que se esté estudiando, es decir, desde el conocimiento disciplinar de la ciencia que se va a

aprender. Para lograr lo anterior, los expertos disponen de más conocimiento y comprensión del problema que afrontan, habilidades y destrezas específicas en esa área de la ciencia, habilidades y destrezas cognitivas específicas, de un mejor uso de los recursos metacognitivos en el área (Pozo, 2007).

Pozo (2006), argumenta la idea de que las representaciones y conocimientos que poseen los educandos son en gran parte específicos del dominio concreto de cada ciencia, entendiendo como dominio ese conjunto de hechos que se procesan de acuerdo con sus reglas, leyes, restricciones y principios. Es muy difundido que las perspectivas más actuales sobre el cambio conceptual lo sitúan como una postura sumamente importante e interesante para el aprendizaje de las ciencias. Aclarando lo anterior, Flores y Valdez (2007, p. 21) dan una de las perspectivas más certeras sobre este proceso de cambio cuando dicen que:

El cambio conceptual es uno de los enfoques en torno al aprendizaje que, sin duda, ha contribuido de manera importante al análisis de los problemas de comprensión y aprendizaje de los conceptos y teorías científicas por los estudiantes de todos los niveles educativos.

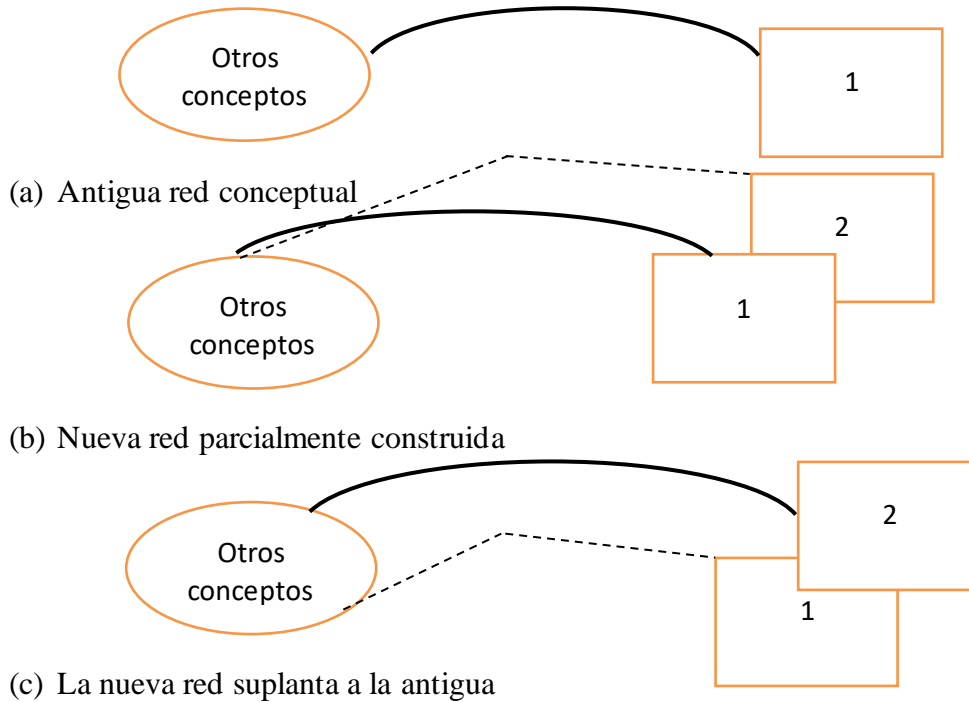
Cuando se posee un conocimiento con todo y sus representaciones, es susceptible de ser modificado en tanto se reestructure la cognición del sujeto, en un contenido particular, con actividades específicas, en un contexto determinado, en donde la nueva información tenga sentido en las estructuras conceptuales de la persona. Es decir, debe ser una actividad consciente e intencional que realizan el profesor y el alumno (Flores y Valdez, 2007). A lo largo de la historia han existido diversos aspectos filosóficos en la teoría metodológica del cambio conceptual, algo abordado en el siguiente apartado.

Se precisa que, en la Figura 1 que se presenta enseguida, la línea continua representa el anclaje sólido de los conceptos, la punteada una relación débil entre conceptos; el rectángulo uno hace referencia a las ideas no científicas antes del proceso de aprendizaje, y el rectángulo dos a las ideas científicas que se presentan una vez el proceso de instrucción.

Esto explica que, existe una solidez entre el concepto que se pretende modificar y las ideas que posee el alumno, pero una vez la escolarización aparece parcialmente la idea científica que terminará por suplantar a la anterior, aunque esta última siempre estará presente y no se abandonará del todo. En resumen, el cambio conceptual tendría tres pasos, dichos de la Figura 1, como se muestra a continuación:

Figura 1

Diagrama en tres pasos sobre el cambio conceptual.



Nota. Tomado de Thagard, 1992; citado por Flores y Valdez, 2007, p. 48.

Como se ha explicado, esto no es tan sencillo, pues sería lo ideal si se considera un cambio radical, porque las ideas previas se reconstruyen, subsisten en diversos contextos, se modifican dependiendo del tema a tratar, con factores contextuales y motivacionales, o evolucionan a mejores niveles, pero casi nunca suplantando una idea por otra de forma tan contundente.

3.2.1 Ideas previas en el cambio conceptual

Hablar de cambio conceptual, implica conceptualizar lo que se entiende por ideas previas. El estudio de cambio conceptual se preocupa por la existencia de las ideas previas o ideas alternativas a las científicas, y lo sólidas que son, además de las implicaciones que tienen para ser modificadas. Con muy poca frecuencia, pese a su importancia, se cuestiona el origen de estas ideas, explicitando de forma genérica que provienen de las experiencias de la vida cotidiana (Martí y García-Mila, 2007), aun sabiendo que guardan estrecha relación con concepciones aristotélicas o medievales,

específicamente en la mecánica clásica (Pozo y Gómez, 2013). Entonces, ¿cuál es el origen de las ideas previas que poseen los alumnos?

Hay que recordar nuevamente que las concepciones alternativas son contrarias al conocimiento científico y están firmemente arraigadas; además de ser específicas en los componentes de las representaciones conceptuales, procedimentales y actitudinales (Pozo y Gómez, 2013), de las que se hablaba anteriormente. Son arraigadas y difíciles de modificar, porque muchas de ellas son intuitivas, es decir, no obedecen un rigor racional, analítico o de verificación. Sin embargo, la plausibilidad viene dada por resolver problemas cotidianos rápidamente, siendo bastante útiles en la estructura de los esquemas mentales. Las ideas previas parten de un origen cultural casi nunca cuestionado y son aprendidas del mundo social por creencias compartidas, comúnmente por los adultos, figuras de autoridad o repetición en sistemas de información y comunicación, lo que ocasiona su arraigo tan profundo en los esquemas mentales.

Incluso se sabe que muchas de las ideas previas son construidas en las escuelas por los profesores, quienes arrastran concepciones de ciencia intuitiva que transmiten a los alumnos, quienes las ‘aprenden’, para pasar la asignatura porque el profesor es quien así las solicita. La estrategia pedagógica sugiere un cambio entendido de la siguiente manera:

En suma, las concepciones alternativas no son algo accidental o coyuntural sino que tienen una naturaleza estructural sistémica. Son el resultado [...] de un sistema cognitivo que intenta dar sentido a un mundo definido [...] por las relaciones de los objetos físicos [...], las relaciones sociales y culturales que se establecen en torno a estos objetos (Pozo y Gómez, 2013, p. 67).

Por eso al definir las ideas previas, se sabe qué conocimiento cambia y cómo cambia. Como mencionan Pozo y Gómez (2013), es importante saber qué tipo de conocimiento disciplinar, epistemológico es el que va a cambiar, además de saber cómo representar eso que se cambia, ya que de lo contrario no se sabrá cómo va cambiando. Las ideas previas, también son conocidas como erróneas porque las acompaña una base epistémica de realismo ingenuo donde se cree que las representaciones externas son objetos físicos reales (Pozo, 2006; DelVal, 2014).

Cuando cambian las ideas previas a mejores explicaciones, es decir, ideas verificadas o con sustento científico, existe un cambio conceptual con una base científica. En la acepción más clásica de la metodología del cambio conceptual, se concluye que aprender ciencia implica abandonar las ideas previas, también llamadas preconcepciones, o regularmente concepciones erróneas, pues se piensa que las concepciones alternativas de los estudiantes son incompatibles con el conocimiento

científico, y así los alumnos aprenderían la ciencia que se les enseñan (Pozo y Flores, 2007). Esto tiene algo de cierto, pero no es lo más adecuado.

Las ideas previas están tan arraigadas y tienen tantas explicaciones lógicas para los alumnos en su vida cotidiana, que no sería adecuado suprimir, o hacer que desaparezcan dichas concepciones, sino más bien se trataría que sepan diferenciar cuáles ideas son adecuadas dependiendo del contexto y situación que se les presenten (Pozo y Flores, 2007), ya que hay representaciones que pueden coexistir en un mismo dominio y contexto, lo que se denomina pluralidad representacional.

Desde esta idea Pozo (2006), argumenta que el cambio conceptual implica diversificar la noción de lo que es una idea previa, para aprender a usarlas contextualmente. Esto se hace bajo una integración jerárquica, donde se conozca lo que es una concepción alternativa y una idea científica, la cual tiene más fundamentos sólidos para la ciencia. Así se diferencian y aplican los tipos de conocimiento donde se requieran.

Desde los modelos fríos de ideas previas, lo que cambian son los conceptos. En los modelos situados, lo que se modifica de las ideas previas además de los conceptos son los procesos. Con los modelos calientes, se reestructuran las actitudes y valores, los aspectos motivacionales del cambio, es decir, el convencimiento de las nuevas ideas, la posibilidad de utilizarlas, y la idea de que son útiles. Así es como se reconoce la importancia de las ideas previas, y se explica el cambio consolidando lo que se entiende por estas ideas previas, pues como menciona Rodríguez Moneo (2007, p. 54):

La estructura de conocimiento previo de los individuos es la base sobre la que se produce el cambio conceptual dado que, tal y como se deriva de las teorías del aprendizaje y desde el constructivismo, todo conocimiento se construye a partir del conocimiento ya existente.

Estas concepciones alternativas, sobre las que sucede el cambio conceptual, parten de tres principios esenciales: epistemológicos, ontológicos, y conceptuales. También son conocidos como dimensiones del cambio en la ciencia (Pozo y Gómez, 2013). Tienen importancia porque presentan una perspectiva integral del modelo de cambio conceptual abordándolo de manera holística para posibilitar la comprensión de la reestructuración conceptual.

Los principios epistemológicos explican el cambio de las ideas previas a científicas, es decir, el cambio conceptual cuando se evoluciona del a) realismo ingenuo cuando se entiende la realidad tal como se nos presenta, b) al realismo interpretativo, al comprender la realidad como algo plausible

que existente aunque no se pueda acceder directamente a ella, solo acercarnos mediante la ciencia, y c) el constructivismo que llevaría a poseer conocimiento científico construido con modelos científicos establecidos para interpretar la realidad dada.

Por otra parte, en las ideas previas pueden ser entendidas desde el principio ontológico. Se parte de una concepción más o menos estática, basada en ideas previas a partir de estados de conocimiento, donde la interpretación del mundo en términos de un estado es desconectada entre sí. Las ideas previas en términos ontológicos vistas desde procesos, es más compleja que por estados, ya que se entienden los fenómenos como una sucesión de hechos relacionados entre sí. Finalmente, si entendemos las ideas previas como sistemas, es porque estas ya han alcanzado una fase de interpretación de los fenómenos a partir de un conjunto de relaciones complejas como parte de un sistema de procesos. Es resumen, el dominio ontológico es el paso de fases simples a otras más complejas (DeIVal, 2014).

Finalmente, después de los principios epistemológicos y ontológicos, se encuentran los principios conceptuales, siendo una extensión de los dos anteriores, con una base conceptual: hechos o datos, a causalidad lineal, e interacción; evolución del cambio de los fenómenos físicos sin conservación, con conservación, y conservación y equilibrio; modificación de los esquemas mentales desde relaciones cualitativas, heurísticas, y cuantitativas. Es importante aclarar que lo anterior, tiene una base filosófica, que se sustenta en argumentos sólidos de cómo se construye el cambio conceptual en la ciencia natural, que sirve de base para la didáctica del cambio en las ciencias. Necesario entonces, identificar el principio bajo el que se pretende modificar las ideas previas, y sobre de este, el modo en que se modificarán para conocer el estado en el que se encuentran e intentar reconstruirlas.

3.2.2 Epistemología de la ciencia. Base del cambio conceptual

Se entiende por ciencia el “sistema de proposiciones rigurosamente demostradas, constantes, generales, ligadas entre sí por las relaciones de subordinación relativas a los seres, hechos y fenómenos de la experiencia [...] apoyado en la demostración y la experimentación [...] solo acepta lo que ha sido probado” (Cervo y Bervian, 1983., p. 6). Siendo más específico, se puede decir que es un sistema acumulativo, metódico y provisional de conocimientos comprobables, producto de una investigación científica y concerniente a una determinada área del conocimiento (Maranto y

González, 2015). Esto da pauta a sustentar con una base epistemológica el cambio conceptual, donde se puede comprender cómo es que a lo largo de la historia de la humanidad, se modifican las concepciones erróneas que se construyen en la sociedad sobre el conocimiento científico (Romo, 2007).

En la epistemología de la ciencia han existido diferentes autores que expresan cómo se concibe la construcción del conocimiento científico. Es importante señalarlo en esta parte del cambio conceptual, porque cada una de ellas aportan a su manera una visión de cómo se construye y reestructura el conocimiento científico. Merton (1968), concibe la ciencia como una construcción colectiva socialmente definida por científicos que comparten visiones comunes que los hacen estar de acuerdo, para mejorar las condiciones iniciales de conocimiento que tenían. Así es como se ve la ciencia, como una empresa colectiva en constante renovación, construida universalmente desde lo socialmente aceptado, siendo material e histórico dicho conocimiento.

El conocimiento se postula mediante la existencia de una estructura social holística y ordenada en su conjunto, construyéndose de forma colectiva en un contexto histórico predeterminado con normas y valores. La postura de Merton (1968), sobre ciencia tiene como base epistemológica el estructuralismo, pues comprende que el conocimiento se construye a partir de estructuras socialmente aceptadas por la comunidad científica, materiales, históricas y contextuales en un sistema común de relaciones de individuos.

Por su parte Kuhn (1970), quien quizá se avoca más a la idea de cambio conceptual que se propone en este trabajo, define el concepto de paradigma como el modelo de abordar problemas y dar soluciones que guía el trabajo de una comunidad científica durante cierto tiempo, el cual da pie al trabajo que se conoce como ciencia normal.

Un paradigma se conforma cuando existe un conocimiento socialmente establecido y aceptado por una comunidad científica, que se mantiene vigente hasta que un nuevo hallazgo, teórico o experimental, produce una crisis. A partir de dicha situación se produce una competencia de propuestas que buscan ofrecer una mejor forma de explicar los fenómenos del ámbito en cuestión, capaz de lograr satisfactoriamente todo lo que hacía el paradigma anterior y también resolviendo los elementos novedosos que originaron la crisis. Cuando una de las ideas competidoras logra imponerse sobre las demás, gracias a su capacidad predictiva que la lleva a verificarse

experimentalmente, se concreta una revolución científica. Dicha revolución, es entendida como el proceso que va desde el viejo paradigma, la crisis que evidencia la necesidad de uno nuevo, desencadenando una competencia de propuestas, y culminando con el ascenso de un nuevo paradigma.

Para explicar mejor lo que es un paradigma, podemos apoyarnos de un ejemplo muy claro en la mecánica clásica con la caída de los cuerpos. Como expresa Bravo (1997), Aristóteles partía de una concepción empírica intuitiva de corte sensorial sobre el fenómeno de la caída libre: los objetos se comportaban de manera natural, donde los más *graves* poseían más gravedad a diferencia de los que eran más *leves*; en términos modernos, los de mayor masa caen primero que los de menor masa. Esto lo vino a contradecir Galileo: afirmaba que dos objetos de diferente masa, soltados desde la misma altura, caen al mismo tiempo; si se elimina la resistencia del medio, su velocidad aumenta de igual manera por la aceleración de la gravedad. Posteriormente se consolidó este conocimiento con la Ley de Gravitación Universal de Newton, al establecer la relación de la atracción entre dos masas (en el caso de la caída de los cuerpos, serían la de la Tierra y el objeto que cae hacia ella), afirmándose más tarde por las ideas de Cavendish quien encontró la proporcionalidad de esta relación gravitacional con la constante de Gravitación Universal.

Galileo “inició el estudio de las ciencias naturales como una unión del método lógico [...] y el método empírico. Siendo el primer gran representante de la revolución científica [...] que ilustra en bella forma el empleo del método científico” (Bravo, 1997., pp. 23-24). Esta idea también se puede concebir porque se inició con una física intuitiva aristotélica, después la física del ímpetu griega, posteriormente la física experimental galileana, para consolidar finalmente la física matemática newtoniana (Koyré, 2009), llegando a tener una estructura lógica funcional sobre las anteriores. A lo largo de la historia hay diversas posturas paradigmáticas como la teoría de la evolución, o el origen del Universo; de igual manera sobre la estructura de la materia donde se expresa la construcción del modelo atómico como actualmente lo conocemos, las nuevas posturas de las partículas, así como sus usos (García, 2012).

Los paradigmas de Kuhn tienen una base epistemológica bajo el criticismo, desde un abordaje constructivista, ya que el conocimiento científico existe de forma temporal. Es posible llegar a construir conocimiento verificable de las cosas en tanto se entienda que depende de un proceso histórico contextual por los sujetos y las condiciones científicas del momento. Para construir el

conocimiento la intención es obtener un paradigma científico capaz de resolver los problemas, plantear preguntas con solución y guiar las investigaciones subsecuentes.

Para Popper (1962), los argumentos científicos deben ser posibles en tanto sean verificables empíricamente, es decir, en experiencias prácticas, y puedan ser falsados, de manera que se rechace la ciencia inductivista con base sensual empirista, es decir de la lógica intuitiva. Por lo tanto, el conocimiento debe satisfacer nuestro sistema teórico – empírico para considerarse conocimiento científico, lo cual tiene como condición que ha de ser sintético y no contradictorio, satisfacer el criterio de demarcación, no ser metafísico, representar el mundo de la experiencia, y el sistema debe distinguirse de otros sistemas ya existentes.

Con Popper, el conocimiento se construye encontrando las comparaciones lógicas de las conclusiones de unas teorías con otras, para someter la coherencia interna del sistema, es decir se debe estudiar la forma lógica de la teoría, y descubrir si la teoría examinada construirá un adelanto científico en caso de que sobreviviera a las diferentes contrastaciones o falsaciones. La intención es llevar a cabo el método de contrastación deductiva, y con ello encontrar los métodos epistemológicos que nos ayuden a originar y construir conocimiento científico.

Por su parte, Lakatos (1978), expresa que la ciencia siempre que se quiera estudiar un fenómeno de ella, debe ser precedida por un estudio heurístico – histórico. La ciencia es una historia de programas de investigación que compiten entre sí, pero no es ni será una sucesión de paradigmas. El conocimiento se da por construcción de programas de investigación que nos acerquen cada vez más al propósito del conocimiento científico teórico sólido. Su base fundamental epistemológicamente es el criticismo, donde el conocimiento se construye por una constante prueba de conocimientos empíricos, sensoriales, experimentales, y experienciales, en un estado de constante cuestionamiento. Aquí, el conocimiento se construye con programas de investigación plausibles que conduzcan al cambio progresivo de una problemática.

Luego, Feyerabend (1975), expresa que la historia de la ciencia contiene ideas, interpretaciones de los hechos, problemas y errores. La ciencia se construyó de forma compleja, caótica, y llena de errores como las ideas que contiene, igual que las mentes de quienes las han inventado; por tanto, esto es esencial para el desarrollo de la ciencia, y para crear teorías. El conocimiento en tanto anarquismo estimula el progreso, ya que es un océano siempre en aumento, de alternativas

incompatibles entre sí. Los científicos no deben restringirse a la forma en que la epistemología del momento genera conocimiento, sino más bien la forma de anarquismo aboga por la idea de libertad para investigar.

Sírvase como base para el cambio conceptual las ideas de Merton para explicar un cambio representacional en la medida que nos abocamos al contexto sociohistórico en un mundo material determinado, bajo el influjo de la colectividad. En otras palabras, las ideas previas que poseen los estudiantes son una construcción social que han consolidado a lo largo de su vida, siendo lógicas para ellos debido a que logran explicar el funcionamiento de los fenómenos naturales, y son representaciones que utilizan sus compañeros. Están socialmente aceptadas en términos de lo que Zabala (2000), señala como contenidos factuales, conceptuales, procedimentales, y actitudinales; componentes que sirven no solo para que exista un cambio conceptual, sino representacional (Pozo y Gómez, 2013). Así que es importante encontrar los puntos de equilibrio desde donde fueron construidas sus ideas previas, en qué entorno, y con quiénes, para poder comprenderlas y ayudar a ser modificadas.

Los paradigmas de Kuhn, como se menciona con anterioridad, son quizá la base epistemológica en la construcción de la ciencia para comprender cómo se posibilita el cambio conceptual. Los periodos de ciencia normal dan paso a situaciones extraordinarias, revoluciones científicas, que llevan a nuevos paradigmas con mejor capacidad de explicar los fenómenos y resolver problemas. Aspectos medulares planteados en la metodología para el aprendizaje de la ciencia que aquí se plantea. En cuanto a Popper, sus ideas ayudan a comprender cómo es que poseemos una teoría que explica los fenómenos naturales vivenciales sucediendo a nuestro alrededor, pero al intentar falsarla, es decir, buscar inconsistencias en ella mediante conflictos, logramos conocimiento verificado de los fenómenos.

Con Lakatos, no se habla sobre ideas intuitivas construidas en comuna, o sobre ideas previas como paradigmas implícitos a ser modificados en la medida que exista un conflicto que haga inestable las preconcepciones alternativas que se poseen. En los programas de investigación se prefiere entender que de forma crítica nos podemos acercar al conocimiento en la medida que desde el planteamiento de una situación problema, se cree un plan mediante un programa de investigación, ya que son las formas en que investigamos, las que nos permiten conocer mejor los fenómenos naturales. Finalmente, Feyerabend menciona que al eliminar reglas para el trabajo científico y

dejando paso a la innovación e invención, con un proceso más libertario, se puede mejorar la forma de estudiar y explicar la naturaleza.

Son estos procesos de cambio conceptual los que dan luz a lo que se pretende en la ciencia para que realmente exista una metodología de cambio conceptual; sin embargo, sí existen enfoques del cambio conceptual que actualmente se utilizan, como se explica en el estado del arte de esta tesis. Se concluye en que el cambio conceptual ocurre en un momento histórico contextual determinado con actividad colectiva, y que los paradigmas son estas ideas con las que los alumnos se explican los fenómenos físicos. Es necesario contrastarlos para falsarlos cada vez más y que se desequilibren con una situación problema, donde por medio de un proceso de investigación puedan llegar a mejores concepciones científicas que las que inicialmente poseían con inventiva e iniciativa, siendo esta práctica con verificación empírica.

No se contraponen las ideas de la epistemología de la ciencia que sustentan el cambio conceptual, más bien se trataría de tomar lo que de cada una es factible para la didáctica de las ciencias, y aplicarlas en consecuencia; siempre teniendo en cuenta sus bases epistemológicas para que sean coherentes con lo que se espera obtener. Esta metodología para el aprendizaje de las ciencias, cuando se utiliza adecuadamente, construye aprendizaje significativo.

El cambio conceptual trata de identificar las ideas previas de los alumnos, conflictuarlas y llevarlas hacia planos científicos, en tanto que el aprendizaje significativo explica precisamente la modificación de las ideas previas en la medida que se enlazan con las nuevas ideas científicas, puesto que es ahí donde se enlaza la metodología con el aprendizaje significativo. El aprendizaje significativo, ante todo, es una postura psicopedagógica de aprendizaje (Nieda y Macedo, 1997), y la metodología del cambio conceptual es una postura didáctica, de organización de la enseñanza en las ciencias (Pozo y Flores, 2007), que se hace posible en la medida que se planteen conflictos cognitivos a manera de situaciones problema contextualizadas, aspecto que abordaremos a continuación.

3.3 Planteamiento de situaciones problema mediante el conflicto cognitivo

Una situación problema es conflicto cognitivo que debe ser solucionado si se ponen en marcha conocimientos conceptuales, procedimentales y actitudinales. Diversos autores (Pozo, 1997; Carretero, 1996; Laborde 2004; Díaz y Hernández, 1998; Díaz, 2006; SEP, 2006), lo

conceptualizan como una fase importante en el cambio de conceptos. Y es que, si el aprendizaje no se problematiza no se estructuran los esquemas cognoscitivos (Piaget, 1957); es indispensable que se cree un conflicto cognitivo en la mente de los alumnos para detonar el aprendizaje.

Esto ayuda a que cuestionen sus creencias, pudiendo reestructurar sus ideas hacia mejores concepciones que les permita explicarse el mundo en el que viven y, de ser necesario, transformarlo (Rodríguez, 2011), lo que permitiría desarrollar la didáctica de las ciencias, logrando la apropiación del contenido de forma eficaz.

Un conflicto cognitivo es la fase metodológica del cambio conceptual que detona el desequilibrio de las ideas previas, que lleva a la comprensión de los fenómenos físicos modificando las ideas que se tenían inicialmente antes del proceso de aprendizaje, y que resultan insuficientes para explicarse el nuevo contenido, aunque se reconoce que existen otras formas de llegar a esta modificación de ideas previas. Uno de los enfoques en la didáctica de las ciencias, está basado en el conflicto cognitivo donde “se trata de partir de las concepciones alternativas de los alumnos para, confrontarlas con situaciones conflictivas, lograr un cambio conceptual, extendido como su sustitución por otras teorías más potentes, es decir, más próximas al conocimiento científico” (Pozo y Gómez, 2013).

Un conflicto cognitivo se puede plantear mediante una consigna, una pregunta central o una situación problema (Pozo, 1997). Las consignas son utilizadas en la didáctica de las matemáticas comúnmente, mientras que las situaciones problema se prefieren en el aprendizaje de las ciencias porque parten de problemas reales del contexto próximo del alumno, directamente relacionadas con los temas que se están aprendiendo con experiencias directas para darle un sentido real, y, ayudar de esta manera a construir significado. Se sabe que una consigna está enfocada a un problema práctico regularmente cuantitativo, mientras que una pregunta central por el contrario se enfoca a soluciones cualitativas de los temas de estudio. Por su parte, una situación problema resulta interesante, cuando logra llamar la atención de los alumnos, porque parte de las ideas previas para ser modificadas.

En otras palabras, una situación problema se vuelve un conflicto en la mente de quien aprende. Al plantearse didácticamente a los estudiantes, a partir de sus ideas previas y tomando en cuenta el contexto, este recurso desestabiliza sus esquemas mentales, con la intención de que al resolverlo

se logre explicar de forma adecuada el mundo en el que viven para incidir en su medio (Díaz, 2006). Así es como la situación problema parte del contexto, y termina en él. Se sabe que un conflicto cognitivo entonces pertenece a una fase específica del cambio conceptual que se propone un planteamiento concreto desde la postulación de una situación problema.

Estas situaciones problema son escenarios reales (o hipotéticos en su defecto), que se presentan a los estudiantes para que, al resolverlos, construyan sus procesos de aprendizaje. Es precisamente el planteamiento de estas situaciones problemáticas donde ocurre el verdadero aprendizaje, consolidado cuando existen experiencias directas. De hecho, en la enseñanza de la ciencia, se ha demostrado que la diferencia de un novato a un experto está en cómo solucionan los problemas que se les presentan, lo cual no solo constituye un proceso eficaz para consolidar aprendizajes significativos, sino una medida de identificar el grado de aprendizaje de un alumno (DeVal, 2014; Pozo, 2006). Es claro que el acto de aprender y mejorar las condiciones iniciales de conocimiento se mejora sustancialmente desde la resolución de problemas, lo que llevaría a un desarrollo cognitivo de los alumnos (Bruner, 2018).

El ejemplo más importante en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias que mejor se adapta al proceso de construcción de conocimiento científico para reestructuras las ideas previas es la resolución de problemas como argumentan Pozo y Gómez (2013). Los mismos autores versan sobre la diferencia de los problemas reales, a los problemas escolares que comúnmente se entienden como meros ejercicios mecánicos en las aulas. En este caso se trataría más bien de tres tipos de problemas: cualitativos, cuantitativos y pequeñas investigaciones:

- **Cualitativos:** son problemas abiertos en los que se debe predecir o explicar un hecho. Se analizan situaciones cotidianas y científicas para interpretarlas a partir de conocimientos previos y/o del marco conceptual que proporciona la ciencia. Son problemas que el alumno puede resolver mediante razonamientos teóricos, útiles para que el alumno relacione los modelos científicos con los fenómenos que explican. Son relevantes en tanto se planteen de modo abierto.
- **Cuantitativos:** son adecuados para trabajar las habilidades que requieren el manejo de lenguajes matemáticos y algebraicos. Problemas en los que el alumno debe manipular datos numéricos y trabajar con ellos para alcanzar una solución, aunque esta pueda no ser cuantitativa.

- Pequeñas investigaciones: son actividades en las que el alumno debe obtener las respuestas a un problema por medio de un trabajo práctico, en el laboratorio o fuera de él. Tienen por objeto aproximar al alumno, aunque sea de una forma simplificada, al trabajo científico a través de la observación y la formulación de hipótesis y la experimentación, a la vez que se desarrollan ciertas habilidades de trabajo científico.

El aprendizaje debe estar acompañado de una situación problema que sea central, además de una propuesta metodológica para ello (Del Carmen, 2006), con una postura abierta, flexible y contextualizada que constituya la máxima en la didáctica de las ciencias (Lacueva, 1998). Un buen planteamiento del problema constituye la base para el éxito del aprendizaje escolar, ya que las actividades científicas siempre deben comenzar con la presentación de una situación problema que sea planteada a manera de un hecho sorprendente e inesperado (Pozo y Gómez, 2013).

La enseñanza y el aprendizaje basados en el planteamiento de un conflicto cognitivo mediante una situación problema, tiene un corte constructivista: el alumno es quien elabora y construye su propio conocimiento, así como el que adquiere conciencia de sus limitaciones al resolverlas. Las ideas previas o concepciones alternativas tienen un lugar central, puesto que son las que se deben cambiar mediante la solución del problema en la medida que sean sustituidas por conocimiento científico (Pozo y Gómez, 2013). La idea central es modificar las ideas previas de los alumnos mediante un conflicto cognitivo que lleve a los alumnos a plantearse y adoptar una teoría más explícita sobre la ciencia. Las condiciones que debe reunir la situación problema según Pozo y Gómez (2013, p. 28), serían:

- El alumno debe sentirse insatisfecho con sus propias concepciones.
- Debe haber una concepción que resulte inteligible para el alumno.
- Esa concepción debe resultar además creíble para el alumno.
- La nueva concepción debe parecer al alumno más potente que sus propias ideas.

Ideas que también constituyen base fundamental del aprendizaje significativo y el cambio conceptual. Se trataría en suma de adoptar una propuesta bien definida del conflicto cognitivo (Pozo, 2007), con lo cual se modificarían las ideas previas. En síntesis, “El conflicto ha sido uno de los mecanismos centrales para explicar el cambio conceptual [...] se ha puesto de manifiesto la potencialidad de este mecanismo” (Rodríguez, 2007, p. 65).

La resolución de problemas no solo constituye un pilar fundamental para modificar las ideas previas de los estudiantes, construir aprendizaje significativo, y llevar a cabo un cambio conceptual,

sino que, como menciona Ausubel (2019), la resolución de problemas constituye una forma positiva de aprender más sólidamente. Este autor argumenta que el planteamiento de problemas en la educación constituye una forma de reestructuración e integración cognoscitiva fundamental en las ideas previas de los alumnos para ajustarse al nuevo conocimiento.

Es importante recalcar que las situaciones problema ayudan en gran medida a mejorar la construcción de conocimiento científico, tanto en las aulas como a lo largo de la historia de la ciencia. Es así donde surgen nuevos paradigmas, en tanto revoluciones científicas porque “la revolución científica no solo reformó el método y el lenguaje de la ciencia, sino que también provocó el nacimiento de sus técnicas” (Bravo, 1997., p. 24).

Actualmente es difícil entender la interrelación entre el cambio conceptual desde el conflicto cognitivo para consolidar el aprendizaje significativo. Se considera relevante el aprendizaje significativo como la teoría que sustenta la tesis, el cambio conceptual sería la metodología para el aprendizaje de las ciencias, mientras que el conflicto cognitivo es el proceso para implementar dicha metodología.

Así es como se interrelacionan estos tres factores, para explicar cómo se estructuran en la construcción de conocimiento científico en la educación secundaria. Para resolver el problema objeto de este estudio, se parte de la idea de que es posible mejorar los aprendizajes de los estudiantes y hacerlos significativos en tanto tengan sentido y sean funcionales para los estudiantes, en la medida que los apliquen en su contexto para interpretar su realidad y resolver los problemas que se les presentan. Por tanto, a continuación, se pasa al estado de la cuestión, para expresar los estudios actuales con relación a este objeto de estudio, revisando la bibliografía especializada sobre el problema objeto de estudio para recuperar los aportes esenciales del aprendizaje significativo, el cambio conceptual, y el conflicto cognitivo.

4. Estudios relevantes sobre el cambio conceptual. Una mirada desde el aprendizaje significativo

En el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias, una metodología para impartir la materia de física, si se tiene en cuenta la naturaleza disciplinar de esta, es el llamado cambio conceptual, (Alvarado, 2017). Esta metodología se sustenta psicopedagógicamente en el aprendizaje significativo, sociológica y epistemológicamente en el conflicto cognitivo que es presentado mediante el planteamiento de situaciones problema, los tres fenómenos de lo educativo: el cambio conceptual, el aprendizaje significativo y las situaciones problema, son un eje que orienta la consolidación del aprendizaje en las ciencias. Lo medular es partir de la metodología del cambio conceptual planteando una situación problema relacionada con las ideas previas de los estudiantes; al tomar en cuenta su contexto, para hacer posible la construcción de aprendizajes significativos. Useche y Vargas (2019) explican cómo la incorporación de elementos de la teoría de Ausubel del aprendizaje significativo, se vincula con el cambio conceptual para construir el aprendizaje considerando los saberes previos, desequilibrándolos mediante un conflicto cognitivo, ya que estas tres posturas educativas están interrelacionadas ayudándose mutuamente.

4.1 Cambio conceptual en ciencias

La metodología del cambio conceptual comenzó a estudiarse en los años 80's, como una alternativa al aprendizaje conductual del momento, y pensando en que hasta ese entonces los estudiantes no aprendían la ciencia que se les enseñaba, incluso si se aplicaba el constructivismo de la época, ya que errores conceptuales (como la diferencia entre masa y peso, o rapidez, velocidad y aceleración; materia continua y discontinua; nociones básicas sobre las leyes de Newton; y la creación del universo), seguían siendo difíciles de erradicar por medio de la enseñanza tradicional del momento (Navas, 2020). Lo anterior también ocurría en lo procedimental, cuando al aprender despeje de ecuaciones en matemáticas, no lograban traspolarlo a la física, aunque fuera el mismo procedimiento. Fue entonces cuando surgieron preguntas sobre cómo se modifican las ideas previas erróneas para construir mejores estructuras de conocimiento, transformadas por el proceso del cambio conceptual además de cómo se produce dicho cambio; en síntesis, la idea era saber qué cambia con el cambio conceptual, y cómo hacer que dicho proceso llevara a ideas científicas.

El cambio conceptual como propuesta metodológica de aprendizaje, demanda que el profesor se vuelva un guía en la construcción de conocimientos que debe incluir la innovación y la reflexión en los alumnos (Pérez, 2019). Es así como se entiende el cambio conceptual como el proceso de reestructuración de esquemas de conocimiento que ayuda a explicarse nuevos fenómenos, u otros ya conocidos, aspirando a alcanzar formas consolidadas de conocimiento ‘más científico’, después de este proceso de cambio.

Para esto es necesario partir de las ideas previas que serán modificadas para lograr mejores estructuras conceptuales. Esto último resulta de especial relevancia, ya que actualmente las investigaciones se han preocupado por modificar las ideas previas mediante la metodología del cambio conceptual para el aprendizaje de las ciencias, siendo algo fundamental; sin embargo, pocos han investigado de dónde provienen esas ideas previas, cómo se construyen, o qué son, para ayudar a que exista un verdadero cambio conceptual (Navas, 2020).

Recientemente Pérez (2019), realizó estudios relevantes en la formación inicial de futuros profesores de ciencias, pues advierte que un futuro profesor de ciencias comienza en las escuelas para maestros. Ahí es donde se aprende el cambio conceptual mientras se es estudiante, ya que es más fácil que lo puedan implementar cuando lleguen a ser profesores. Menciona que, para lograr un cambio conceptual en estudiantes normalistas, es necesario que el docente formador de futuros maestros, presente estrategias de investigación, analogías, contextualizaciones, modelos, relación de ciencia, tecnología y sociedad (C-T-S), insatisfacción con sus concepciones, una situación problema, conocimiento de la naturaleza de la ciencia, y motivar constantemente al alumno.

Todo lo anterior resulta medular, ya que también se debe llevar a cabo en sus prácticas, generando alto grado de aprendizaje en temas científicos al vivirlo tanto de alumnos como de profesores practicantes. Aquí se expresa la necesidad de hacer énfasis con el manejo de las ideas previas y la creación de conflictos cognitivos mediante situaciones problema, aspectos abordados más adelante. El estudio de Pérez (2019), lo hace al aplicarles un examen al inicio, y otro al final de su proceso de aprendizaje, lo cual no representa una metodología sólida ya que solo revisa el conocimiento declarativo, aunque aclara que pretende mediante la prueba escrita revisar si ha existido un cambio conceptual, procedimental, motivacional y actitudinal. Se basan en un enfoque cuantitativo, con un paradigma tradicional para analizar sus resultados. Y las estrategias que proponen para lograr lo

que dice, son meramente descriptivas y no presenta cómo llegaron a ellas: solo muestra porcentajes a partir de lo que responden los alumnos en los exámenes.

Lo importante de Pérez (2019), es que ayuda a comprender el cambio conceptual desde una visión holística, puesto que menciona cómo es que se presenta de forma paulatina, modificando las ideas previas que anteriormente servían para explicar el mundo natural de a poco; lo cual solo puede lograrse sólidamente mediante actividades de aprendizaje escolar (también suele suceder con cambios experienciales fuertes, que son motivo de otros trabajos que por su amplitud no se pretende abordar), constante y progresivo. Es así como el estudiante debe confrontar estas nuevas ideas científicas aprendidas en procesos académicos con lo que se sabía antes, y reconceptualizar sus ideas previas para lograr un cambio conceptual y representacional.

En su estudio contemporáneo Navas (2020), plantean una nueva propuesta de cambio conceptual, al enunciar que se presenta cuando existen anomalías en los conocimientos que posee un alumno, y que son susceptibles de ser modificadas experiencialmente, o desde procesos escolarizados. Este autor, divide el proceso en tres etapas: (1) el estudiante acumula evidencias de lo que sabe; (2) posteriormente sustenta contra evidencias a manera de hipótesis con las actividades de enseñanza del profesor; (3) cuando sus ideas previas, que hasta entonces habían ayudado a explicarse el mundo en el que vive, no han sido suficientes, se necesitará un modelo alternativo para explicar los fenómenos naturales que busca comprender.

Dichos cambios conceptuales, como reestructuraciones de conocimiento, se hacen en áreas específicas, en ciertos campos del saber, pero pueden no estar desarrollados en otros. Se ha demostrado que el desarrollo de un cambio conceptual en áreas como el modelo cinético de partículas, no necesariamente resulta funcional en temas que se le relacionan como las propiedades de la materia. Se debe en parte a la naturaleza, a la esencia de cada disciplina científica, e incluso dentro de una misma ciencia, a los aspectos ontológicos de cada rama de la misma. En síntesis, los conocimientos previos, las habilidades, y los fenómenos son distintos en cada rama de la física, por tanto, los procesos de cambio deben ser particulares dependiendo de cada tema, y contexto específico. Estas ideas las construye Navas (2020), al desarrollar una investigación bibliográfica, donde la mayoría de textos revisados son de 20 o 30 años atrás. Las ideas que presenta son aclaratorias y orientadoras, pero no tienen sustento experimental o sociocrítico, ya que solo a partir de los textos que revisa presenta las ideas a manera de síntesis histórica.

Aun así, su trabajo, ayuda a reconocer cómo es que actualmente, los conocimientos previos de los alumnos explican los fenómenos cotidianos con bastante coherencia, siendo sistemáticos, y funcionales para explicar los fenómenos naturales que ocurren a su alrededor, y no pueden modificarse por cambios radicales definitivos con procesos de aprendizaje finalistas (como muchos profesores creen), ya que más bien se trataría de cambios graduales.

4.1.1 Tipos de cambio conceptual

Al analizar los distintos tipos de este proceso metodológico de cambio para el aprendizaje de las ciencias, Navas (2020), hace una revisión histórica bibliográfica del cambio conceptual, expresando que en 1970 se plantearon los modelos de cambio conceptual fríos, que atendían aspectos puramente racionales, o cognitivos, excluyendo los afectivos o motivacionales. Estos modelos fríos pretendían que el cambio conceptual se diera solamente como un cambio de conceptos, es decir, en la verbalización factual de los fenómenos; la creencia era que el paso a mejores estructuras conceptuales producía un cambio conceptual satisfactorio.

Un ejemplo común es el entendimiento que poseen los alumnos de la diferencia entre calor y temperatura, pues cuando alguien habla de frío y calor (idea previa), y posteriormente verbaliza la temperatura de acuerdo al movimiento cinético de las partículas (idea científica), ya que para la física el frío en sí mismo no existe, este modelo de cambio explicado en el párrafo anterior. Quienes utilizan estos modelos de cambio creen que el estudiante ha aprendido por repetir lo que se le enseñó, aunque no necesariamente es cierto que, por hacer uso de palabras científicas, se pueda decir que comprende los conceptos. Este es un modelo contradictorio y simplista: por el hecho de que una persona utilice las ideas científicas después del proceso de aprendizaje, tiene poca relación con poder aplicarlas en distintos problemas que se le presenten posteriormente.

Con base en los problemas del modelo anterior de cambio conceptual, se propuso uno nuevo denominado experiencial o situado, donde Navas (2020), resume que en esta propuesta, se entiende que las ideas previas de los alumnos provienen de diferentes contextos, experiencias y grupos sociales, donde para lograr una reconceptualización a mejores estructuras cognitivas, se debe considerar contextualmente las particularidades de cómo fueron aprendidos los conocimientos que se poseen.

No debe tratarse solamente de modificar los conceptos, sino saber de dónde provienen para conocer cómo acercarlos a lo que se considera científicamente válido, además de cuándo utilizarlos una vez aprendidos, en qué condiciones o circunstancias un concepto tenía un significado, y en qué otro contexto adquiriría una nueva connotación. El uso en la vida cotidiana de conceptos científicos, como peso o energía, es distinto al que se le da en la ciencia. Desde esta perspectiva, cuando se conoce verdaderamente esta diferenciación, se puede afirmar, bajo este modelo, que ha ocurrido realmente un cambio conceptual.

Por otra parte, los últimos modelos denominados calientes, incorporaron el concepto de ecología conceptual, refiriendo a los aspectos cognitivos, motivacionales y afectivos: las metas propuestas de cada persona, o grupo, que influyen en dicho cambio conceptual (Navas, 2020). Actualmente, los modelos de cambio conceptual, según Pérez (2019), conjugan estas posturas y hacen énfasis en la importancia de factores socioculturales, emocionales, afectivos, motivacionales, y conceptuales, explicando cómo influyen estos en el cambio conceptual.

En aulas contemporáneas, el diseño de actividades didácticas puede ser planteado por metodologías emergentes denominadas activas. Doménech (2018), desde este modelo explica que, dicha modificación cognitiva se lleva a cabo, tanto en un cambio racional y conceptual, como procedimental, conductual y afectivo, en un contexto determinado. Para que esto ocurra, es necesario utilizar el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) como metodología, y el enfoque Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, (STEM), por sus siglas en inglés, donde el cambio conceptual, se produce en lo conceptual (verbal, hechos, datos, principios), procedimental (capacidades, habilidades, técnicas, estrategias), y actitudinal (actitudes, normas, valores).

Es decir, lo que cambia es el conjunto de conceptos, procesos y actitudes para explicarse los fenómenos naturales que ayudan a resolver los problemas que se les presentan a los estudiantes. Se considera entonces, indispensable retomar los modelos actuales de cambio conceptual, tomando en cuenta las representaciones, así como el contexto donde se crearon las ideas previas, susceptibles a ser modificadas.

Para ello, Doménech (2018), planteó la aplicación de ocho proyectos bajo el ABP, que analizó con un paradigma interpretativo desde un enfoque descriptivo: 1. Diseñar un globo aerostático para participar en una competencia, 2. Actuar como perito judicial en un caso desde cinemática y

dinámica, 3. Determinar las características de algunos exoplanetas para hacer un artículo periodístico, 4. Conseguir financiamiento para explorar el espacio, 5. Elaborar un tríptico para crear una agencia de viajes geológicos, 6. Diseñar un envase para vender un producto y, 7. Resolver un crimen hipotético con ayuda de la policía local.

Sus categorías de análisis fueron contexto, conflicto, discurso, contenidos, apertura e interdisciplinariedad, y a partir de una rúbrica de evaluación de cuatro niveles, ubicó cada uno de estos proyectos concluyendo que, para producir cambio conceptual, la interdisciplinariedad no siempre es un factor decisivo porque no se asocia a un mejor nivel contextual, en contra de lo que se suele asumir, además de que no por contextualizar las actividades, necesariamente existe aprendizaje. Las propuestas deben tener experiencias prácticas de preferencia reales y no hipotéticas en palabras de dicho autor, porque no es lo más conveniente hipotetizar situaciones.

Entonces ¿qué se puede hacer para perfilar un cambio conceptual con los alumnos? Actualmente se puede decir que son varias estrategias y actividades para lograr dicho cambio, pero todas tienen un común denominador en la práctica educativa. Pérez (2019), propone que se deben socializar constantemente las ideas previas de los temas a aprender, eso ayudará a que se contrasten con los nuevos conocimientos, conflictuando en el proceso dichas ideas para llegar a cimentar el aprendizaje de las nuevas ideas científicas. Además de tomar en cuenta el nivel de cambio, si será conceptual, procedimental y actitudinal, donde las actividades propuestas sean reales, y utilizar el contexto y la interdisciplinariedad, aunque no garantice el cambio, además del trabajo colaborativo.

Además, es importante saber que el cambio conceptual llevado a cabo de forma consciente por parte del profesor con los alumnos, también representa un cambio metodológico. Es decir, en la medida que el profesor desarrolla acciones, al pasar a actividades, que en su conjunto forman una estrategia, la metodología también se aprende. Pérez (2019), profesora estudiosa del cambio conceptual, explica que los alumnos perciben la didáctica del cambio conceptual y su aplicación, así como aprenden el cambio representacional, también lo hacen metodológicamente. Es importante tomar en cuenta la experimentación, las prácticas, la naturaleza de la ciencia, la epistemología de las clases que se dan en el aula pues el cambio conceptual, también es un cambio metodológico, mismo que para lograrlo, habrá que poder identificar los elementos que lo propician.

4.1.2 Elementos para propiciar el cambio conceptual

Cobo (2019), dentro de una propuesta metodológica de investigación enfocada al diseño como él la describe, donde integra la indagación e historia de la ciencia dándole importancia a la controversia científica, menciona la necesidad de que los profesores conozcan los contenidos disciplinares y procedimentales del conocimiento científico, además de sus características, y los procesos implicados para su construcción, con los valores y las actitudes que los definen para poder enseñar. La innovación, y la mejora en la comunicación con los alumnos, además de propiciar actividades interesantes, estimulantes y de reflexión constante inmersas en experiencias directas, representa una base sólida para construir una transformación significativa de aprendizaje.

A la par de este proceso, sugiere tener presente una investigación documental, con textos revisados con antelación a su análisis y lectura por el profesor, para que los alumnos enriquezcan su vocabulario científico en la máxima extensión de lo que implicaría tal oración. La intención es resolver la situación problema en esta fase que, por ende, ayudará a modificar sus ideas previas para lograr el cambio conceptual. Los textos y experimentos se recomiendan sean diversos y adecuados para todos los alumnos pues deberán adaptarse a sus necesidades, grados de avance, e interés por ciertos aspectos del fenómeno a estudiar. Se debe insistir nuevamente en que todo debe hacerse de forma interesante, interactiva, y estimulante para los alumnos, estando siempre ellos en el centro del proceso de aprendizaje.

La intención es volver a plantear problemas, situaciones o ejemplos, para explicar el tema en escenarios diferentes a cómo los aprendió el profesor. Si aprendió propiedades de la materia como viscosidad y volumen haciendo uso de los sentidos como el tacto y la vista, ahora se sugiere presentarle sustancias o materiales que sean difíciles de diferenciar sensorialmente que, al investigar documentalmente su esencia de estos, calcule y realice experimentos para que pueda conocer cuál es más viscoso y ocupa más o menos volumen, y por qué. Para finalizar esta etapa se requiere revisar el cambio en las ideas previas. Como profesores, se pretende no solo saber qué, cuándo, y cómo se ha dado la transición de sus ideas previas (conocimientos, procesos, actitudes), a conceptos científicos, sino hacerlo explícito para los alumnos, presentando las ideas previas que tenían en un principio, y comparándolas con el nuevo aprendizaje en la fase de consolidación.

Es importante lo que presenta Cobo (2019), en su estudio. Para la investigación lo primero que hizo como profesor preocupado por los niveles bajos de aprendizaje es ver una revisión documental para establecer un marco teórico tanto del contenido a enseñar como de la metodología de dicho cambio, enseguida diseñó el proyecto y finalmente lo evaluó; proyecto que consistió en elaborar un cuestionario de “opiniones sobre ciencia, tecnología y sociedad”, para crear sus propias estrategias didácticas para que los alumnos aprendieran la naturaleza de la ciencia.

Pero sus resultados los analizó y evaluó al finalizar el proyecto, de forma cuantitativa, mencionando que esta forma simplemente es la indicada para hacer ciencia crítica en los alumnos, aunque más bien parece una noción simplista, donde no presenta resultados claros, cuando propone cómo hacer este tipo de ciencia, lo hace con un sesgo positivista, carente de evidencia. El mismo autor, presenta su versión extendida donde menciona la necesidad de plantear conflictos cognitivos, reconstruir la historia de la ciencia, descubrir la historia de la ciencia, y consolidar el aprendizaje. Plantea más un resumen de otros autores como referentes que utilizó para su trabajo, y mencionó la importancia de aplicar dichas actividades desde diversas posturas investigativas que no son adecuadas y no terminan por reflejar una propuesta clara en la presentación de sus resultados, y al proponer cómo construir ciencia crítica en los alumnos, aunque se destaca la síntesis de los trabajos que hace y la idea de construir ciencia a partir de textos científicos.

Otro autor que explicita elementos particulares para hacer ciencia bajo la metodología de cambio conceptual es Alvarado (2017), quien lo hace en una progresión compuesta por cuatro procesos principales: identificar, explicitar, y contrastar las ideas previas; exponer a situaciones de conflicto mediante situaciones problema; investigar y experimentar para resolver el problema; y la evaluación de las nuevas ideas y el proceso de aprendizaje.

La fase de ideas previas, se centra en orientar y contextualizar el aprendizaje, de manera que se presente el tema que se va a aprender donde los alumnos propongan ideas de cómo se aprenderá; además de dar a conocer experimental, o empíricamente el fenómeno a los alumnos, sin que se ‘contaminen’ lo que ellos saben, dándoles información que influya en lo que ya conocen. Esto busca identificar y explicitar sus ideas previas: proyectándolas, en el pizarrón, en su libreta, o alguna lámina, visibles a ellos. Posteriormente deberán contrastar las ideas previas con ideas científicas en algún video, texto, conferencia, demostración experimental, de manera que conozcan qué es científicamente válido y qué no de las ideas que ya poseen, en sus creencias sobre el tema a

estudiar, y/o en el fenómeno a aprender. Se debe recordar siempre hacerlo de manera didáctica con actividades estimulantes, interesantes, motivantes, que los mantengan atentos, y sobre todo participativos dentro del proceso, y no pasivos-receptivos.

En la fase de planteamiento de la situación problema, se sugiere detonar un conflicto cognitivo mediante una situación problema contextualizada. Cabe destacar que este es el proceso fundamental de la metodología del cambio conceptual, por lo que se explicará más adelante. La situación problema parte de las ideas previas explicitadas en la fase anterior, debiendo estar relacionada con un problema a resolver que sea lo más estimulante posible, siendo real e inmediato al contexto cercano de los estudiantes. En esta fase es donde el alumno se motiva o pierde el interés para aprender en todo el proceso. No ha de entenderse como algo definitivo, sino como un proceso que durará todo lo que sea necesario hasta resolver dicho conflicto.

Además, en la medida de lo posible, es recomendable que la actividad se trabaje en equipo para fomentar la discusión y colaboración. La tarea se plantea de forma pertinente al nivel del estudiante para evitar que la abandonen, o tan fácil que lo resuelvan rápido y no les llame la atención. Es importante que se presente a los estudiantes la situación problema de forma explícita, y antes de comenzar a resolverla, se analice para conocer qué pide, cómo la entienden, y para qué les servirá.

En la fase de investigación y experimentación, se pone en juego el proceso de cambio. El alumno se ubica en el centro del proceso de enseñanza aprendizaje, el docente asume un rol de guía y facilitador, y deben trabajar juntos para resolver el problema. Es importante que el docente tenga previsto con antelación experimentos que ayuden a que el educando construya su conocimiento como parte de un proceso indagatorio, siempre teniendo en claro el propósito de lo que está resolviendo. Lo anterior implica contar previamente con materiales que los orienten, pero dando la libertad necesaria para la creatividad en tanto ellos puedan elegir otros mejores.

La última fase del cambio conceptual, la evaluación, se conoce por consolidar el aprendizaje aplicándolo a situaciones iguales donde fue aprendido. Es decir, revisar cómo y qué tanto han modificado sus ideas previas para transitar por una visión más cercana a lo científicamente válido, tomando como referencia contextos similares y problemas conocidos. Siguiendo las ideas de Alvarado (2017), su investigación es bajo la modalidad de intervención, con un paradigma sociocrítico, de enfoque cualitativo que tiene como intención ser sujeto y objeto de conocimiento

para transformar la práctica docente. Es así como el proceso metodológico de cambio conceptual se puede comprender de forma extendida como se presenta en la Tabla 5, el modelo de cambio conceptual que se ha desarrollado.

Tabla 5

Proceso metodológico del cambio conceptual

FASES	ETAPAS DE CADA FASE
1. IDEAS PREVIAS	Orientación y contextualización del aprendizaje.
	Identificación y explicitación de las ideas previas.
	Desequilibrio y contrastación de las ideas previas: clarificación e intercambio de ideas erróneas.
2. PLANTEAMIENTO DE LA SITUACIÓN PROBLEMA	Exposición a situaciones de conflicto.
3. INVESTIGACIÓN Y EXPERIMENTACIÓN	Interpretación y resolución del problema: investigación, experimentación, matematización.
4. EVALUACIÓN	Consolidación: aplicación de los nuevos conceptos.
	Consolidación: transferencia a situaciones nuevas.
	Revisión del cambio en las ideas previas a ideas científicas.

Nota. Elaboración propia a partir de las ideas de Alvarado (2017).

El proceso que se engloba en la tabla anterior se puede llevar a cabo desde diferentes visiones epistemológicas para hacer posible el origen del conocimiento, para ello, existen cuatro enfoques de cambio conceptual que sintetizan en sus investigaciones Raynaudo y Peralta (2017), siendo utilizados por distintos profesores cuando hacen práctica la metodología del cambio conceptual presentada anteriormente. Cabe destacar que estos enfoques, explican la concepción de la metodología, de las ideas previas, y del proceso del cambio, los cuales resulta muy adecuados ya que son aspectos indispensables de la misma. Destaca que para Posner y Carey, es necesario que mediante un conflicto cognitivo se desequilibren las ideas previas para llegar a consolidarlas en científicas; mientras que para Chi, las agrupa en categorías ontológicas para dar paso a cambios radicales o normales, mientras que para Vosniadou habla de marcos sociales y su reestructuración, mostrándose resumidos en la Tabla 6.

Tabla 6*Enfoques del cambio conceptual*

INVESTIGADOR	CAMBIO CONCEPTUAL	IDEAS PREVIAS	PROCESO
POSNER	Se produce mediante un conflicto cognitivo, al pasar de un estado mental más científico respecto a las ideas que se tenían en principio.	Debe partirse de las ideas previas que deben ser problematizadas para asimilar nuevos conceptos que expliquen el mundo.	Conflictuar las ideas previas para asimilar los nuevos conceptos y acomodarlos a su vez en las estructuras mentales ya existentes.
CHI¹	Se da dentro de la misma categoría ontológica un cambio normal, y al cruzar estas categorías se daría el cambio radical.	Se agrupan en categorías ontológicas que se modifican, cada vez más complejas: materia, procesos, y estados mentales.	Producir un cambio en la misma categoría, o radicalmente, pasar de una categoría ontológica de forma gradual a otra.
VOSNIADOU	Es producto de un proceso social y cognitivo donde un marco inicial es reestructurado; se enriquecen las estructuras de conocimiento existentes, y se crean nuevas.	Se dan en áreas específicas del conocimiento, son sumamente resistentes al cambio, y presentan polifasia cognitiva, utilizando las ideas previas en diferentes contextos y fenómenos.	Modificación de las ideas previas, en un proceso lento y gradual. Debe contemplarse lo cognitivo, motivacional, afectivo, contextual, educativo, y sociocultural.
CAREY	Partir de las ideas previas para construir conceptos más sólidos científicamente, siendo necesario un conflicto cognitivo para que suceda el cambio radical o débil.	De aquí se parte para producir el cambio; las ideas previas están en dominios específicos de conocimientos, y presentan sistematicidad, por tanto, son teorías implícitas.	Las ideas previas, a manera de teorías implícitas se conflictúan mediante situaciones problema contextualizadas para que sea dé un cambio radical o débil.

Nota: ¹Las categorías ontológicas de Chi,acen referencia al pasar de abstracciones de conocimiento superficiales a otras cada vez más profundas. Por ejemplo, del mundo sensorial, al de los fenómenos, y de este, al de las ideas. O también, de estados a procesos, y luego a sistemas. Es de elaboración propia a partir de las ideas de Raynaudo y Peralta (2017).

Con los enfoques anteriores, se logra un panorama de la concepción actual de la metodología del cambio conceptual para el aprendizaje de la ciencia. Cuando se rescatan las ideas previas, se desequilibran, y se presentan nuevas ideas para explicarse su mundo, se llega a la fase motora del cambio conceptual: el conflicto cognitivo. Cuando los esquemas previos ya no son suficientes para interpretar la realidad, así es como genera un reemplazo o reorganización representacional mediante un conflicto cognitivo que ayude a concebir sus ideas, explican Raynaudo y Peralta, (2017). En general, la idea de cambio conceptual sugiere partir de las creencias previas de los estudiantes respecto de los fenómenos naturales que se aborden en el salón de clases.

Estos autores hacen una revisión bibliográfica que se decidió resumir en la Tabla 6, y posteriormente, compararon el cambio conceptual con las ideas de Piaget y Vygotsky, para concluir, además de lo anterior, que los alumnos deben pasar del error conceptual que poseen inicialmente, al pseudoconcepto una vez que se desequilibran las ideas previas y ya no tienen el concepto inicial que tenían anteriormente, pero el que ahora poseen tampoco es científico, llegando finalmente al concepto científico. En síntesis, comparan las ideas de todos los autores que hablan sobre cambio conceptual, con las posturas de estos dos últimos y expresan su idea del cambio. Esto lo hacen desde un abordaje bibliográfico en un texto explicativo, interpretativo, bastante completo.

Otro elemento en estudios recientes que se manifiesta de forma explícita para el cambio conceptual es la metacognición, explicada por Tamayo, Cadavid, y Montoya (2019), donde la proponen como el motor del cambio. De no existir conocimiento metacognitivo los estudiantes tendrían una verdadera limitación en las posibilidades de aprendizaje en la ciencia porque no logran diferenciar sus nociones científicas de las erróneas, lo que hace que su aprendizaje sea superficial y no lo podrán transferir a otras situaciones. Esto implicaría conocer las ideas previas de los alumnos en cuanto a categorías metacognitivas de conocimiento, conciencia y regulación. Versa sobre la idea de ubicar las ideas de los alumnos en conocimiento de la cognición que poseen en tanto declarativo, procedimental y condicional, para saber cuál es el que deben conocer y el que debe modificar el profesor, algo que concuerda perfectamente con los estudios recientes de más investigadores sobre el cambio conceptual; además de la regulación de la cognición en tanto planificación, organización, monitoreo, depuración y evaluación, para que sepa la etapa del proceso en la cual se encuentra.

La investigación con enfoque cualitativo, lo plantea con un paradigma interpretativo de forma descriptiva, utilizando autorregistros y análisis de la propia práctica docente, lo cual es relevante

porque se encuentran bajo la metodología de la investigación-acción, que presenta de primera mano cuál fue su proceso y la forma en que decidieron modificar sus acciones no educativas para explicitar la importancia del cambio conceptual haciendo énfasis en las ideas previas, pero desde la metacognición de los alumnos. Concluyen en la falta de herramientas metacognitivas de los alumnos antes, durante y al final del proceso, y advierten que quienes lograron tener autoconciencia de lo que saben, su proceso y lo que desconocen, su aprendizaje es más profundo y significativo.

Es relevante el estudio que se realizó con estudiantes de educación primaria y secundaria en categorías de conocimiento y regulación metacognitiva, con dos situaciones experimentales en asignaturas científicas. La primera situación trataba sobre combustión y la segunda era referida al movimiento pendular. Centrarón su análisis en los mecanismos metacognitivos que los estudiantes empleaban en estos temas durante la resolución de problemas que les presentaban, y cómo era la modificación conceptual en tres categorías: conocimiento declarativo, procedimental y condicional. Encontraron que los alumnos solo buscan dar respuestas inmediatas en lugar de aplicar estrategias metacognitivas, careciendo de planeación y autorreflexión. Explican que los estudiantes pasan directamente a la acción, dan respuestas impulsivas y emplean la misma estrategia una y otra vez, incluso cuando esta no les funciona, pues tratan con el ensayo y error, dejando claro el bajo nivel de habilidades metacognitivas, con explicaciones sobre los experimentos causal-lineal, es decir, con una mirada centrada en lo sensual-empirista.

Cada enfoque de cambio representacional postula que, lo que aprenden los alumnos debe ser explícito para los alumnos, no solo tenerlo en claro el profesor. Lo mismo ocurre con las posturas epistemológicas, la relación entre ciencia, tecnología y sociedad, pues el cambio conceptual también representa un nuevo cambio metodológico, es decir, una nueva forma de hacer ciencia para los alumnos que necesitan conocer de forma clara. Siempre que cambie la práctica docente, cambiará la idea de ciencia que tienen los educandos. Sin duda un estudio bastante completo.

4.1.1.2 Actividades para producir cambio conceptual

Aunque existen pocos estudios actuales sobre cómo se produce el cambio conceptual de forma didáctica, es más difícil aún encontrarlos al nivel secundaria. Esto tiene que ver con que la noción de los estudios especializados en la didáctica de las ciencias, mayormente se elaboran en educación superior, y los investigadores en México rara vez se enfocan a la educación secundaria. No solo

estudiando cambio conceptual que es algo especializado, sino en general, la educación secundaria es algo poco teorizado, al igual que la educación media superior. Sin embargo, podemos encontrar en Fuentes, Puentes, y Flórez (2019), cómo es que, por medio del aprendizaje por indagación, que consiste en “una estrategia didáctica que toma a las ciencias naturales en sus dos dimensiones como proceso y producto, y permite el desarrollo de competencias y conocimiento científico a partir de la exploración de fenómenos” (P. 581), se logra un cambio conceptual.

Plantean el proceso de cambio bajo un enfoque por competencias, con lo cual no se está de acuerdo, pero se reconoce que se acierta cuando sustentan la problematización, el desarrollo de estrategias didácticas como diseño de talleres y actividades experimentales, y ambientes de aula agradables para la construcción de cambio conceptual.

Estos autores definen la idea del cambio como el proceso en el cual se producen cambios conceptuales y actitudinales, que son procedentes de las investigaciones de la didáctica de las ciencias; idea acertada puesto que los cambios, como se explicó, no solo son conceptuales. Además, manejan un cambio conceptual en tanto se experimenten los fenómenos naturales y no sea una clase teórica, idea que se expone atinadamente, y por demás comprobada la veracidad de ello.

Se consolida que no es un solo cambio, sino la sucesión de cambios conceptuales paulatinos, donde es necesario hacer uso de las ideas previas; idea que afianzan los autores mencionados a lo largo de este apartado. Algo que se destaca, es el uso de experimentos, ya que se reconoce que los estudiantes son curiosos de forma innata, hacen preguntas, y son exploradores, lo cual se debe aprovechar.

4.2 Conflicto cognitivo: planteamiento de situaciones problema

Desde que surgió la psicología evolutiva han existido varias teorías que explican el desarrollo humano en sus ámbitos biológico, psicológico y sociológico. Van desde posturas estáticas e inmutables, hasta las ideas que explican el desarrollo de otras más complejas. Hay profesores que implícitamente tiene una postura naturalista, donde no se trata de modificar las ideas previas porque piensan que ya las irán cambiando en la medida que vayan creciendo; son profesores que podríamos llamar naturalistas. Otros profesores pueden pensar que depende de factores ambientales y traten de crear las condiciones necesarias asumiéndose como remedialistas donde una postura estricta con reglas y aplicación de normas ayude a la modificación de la conducta. Sin embargo, son pocos los

profesores de corte interaccionista, que ayudarán a que todos independientemente de su condición biopsicosocial, harán que sus alumnos puedan aprender proponiendo actividades diversas, interesantes y motivantes.

Estas perspectivas sobre cómo se desarrollan los adolescentes, construidas por diversos factores y que se presentan implícitamente, hacen que los profesores en sentido epistémico comprendan el origen del conocimiento de una manera determinada. Quienes piensan desde la teoría biologicista pretenden que son las etapas de desarrollo inamovibles de los alumnos y que solo hay que enseñar a todos por igual. Otros desde teorías psicoanalíticas se preocupan por el desarrollo discontinuo pensando que pasan por etapas más o menos estructuradas, y proponen actividades de acuerdo a su edad, pero de forma homogénea.

Posteriormente, en las teorías conductuales, los profesores bajo el entendimiento de que los alumnos son formados por el ambiente, así con estímulos y condicionantes, pretenden hacer que aprendan. Por otro lado, más recientemente surgieron las teorías cognoscitivas, con un corte dialéctico, que pretenden explicar el desarrollo del adolescente a partir de su mundo material en tanto interacciones mentales y experiencias ambientales; por tanto, el profesor bajo este supuesto haría lo posible por tomar en cuenta las ideas previas de los estudiantes para trabajarlas desde el conocimiento didáctico de la materia en función del contexto.

No se pretende hacer un análisis de las posturas del desarrollo, pero sírvase esto para comprender que estas llevan a los maestros a intervenir en sus clases o no hacerlo, puesto que los que tienen un enfoque cognoscitivo, asumirán la idea de que no importa las dificultades o errores que presenten sus alumnos, siempre es posible ayudarlos en la medida que se conocen dichas ideas previas y se conflictúan para consolidar su conocimiento científico. Por otro lado, profesores que pretenden que los alumnos adquieran conocimiento mediante enfoques asociacionistas, del procesamiento de información, construcción de conceptos, o cambio representacional, asumirán en sus prácticas ideas más tradicionales o constructivas, dependiendo el caso.

Esto es relevante puntualizarlo porque un enfoque cognoscitivo de construcción de representaciones posibilita que el profesor parta del conflicto cognitivo para hacer que sus alumnos aprendan ciencia. Si los maestros no problematizan la realidad de los estudiantes, es decir, lo que saben, entonces parten de una idea equivocada del desarrollo, de la adquisición de conocimiento,

y por tanto de la construcción de aprendizaje, donde el conflicto no se toma como el punto medular para dicha construcción.

En palabras de Lugo y Reyes (2020), “es en la escuela donde se tiene contacto formal por primera vez con los tópicos científicos [...] poniéndose así de manifiesto un conflicto cognitivo relacionado con su aprendizaje” (p. 3). El mismo autor expresa la importancia de que el profesor presente y guíe un conflicto cognitivo generado a partir de lo que los estudiantes observan en la naturaleza, y así cuestionen lo que observan y busquen las respuestas para explicarse lo que se les presenta. Siguiendo con su idea, mencionan los autores la necesidad de proponer actividades de exploración acompañado de la manipulación de materiales, puesto que el entorno es el principal escenario perceptual para conocer los fenómenos físicos.

Es decir, en tanto se parta de la experimentación, la interpretación de los datos que arroja, y la asociación de nuevos conceptos con significado a sus ideas previas desde actividades contextualizadas, se podrá guiar la solución de la situación problema; algo con lo cual se está de acuerdo. Sin embargo, estos autores no ejemplifican en su texto cómo llegaron a tales conclusiones, puesto que solo mencionan cómo plantear y resolver un conflicto cognitivo, pero no la forma en qué se hizo bajo los supuestos que se sustentan.

Por su parte, Díaz, Fernández, y Holguín (2021), proponen la idea de modificar los procesos cognitivos tanto básicos (sensación, percepción, atención y memoria), como superiores (pensamiento, inteligencia, lenguaje), mediante el conflicto cognitivo, aplicando la metodología de la gamificación, es decir, los juegos interactivos en plataformas digitales. Esta propuesta carece de sustento, y solo es un texto descriptivo para explicar el conflicto cognitivo. Los autores ven el conflicto cognitivo como un proceso mecánico, donde a los alumnos, se les planteen problemas y los resuelvan con algunas plataformas digitales. En esencia son problemas dicotómicos o que arrojan soluciones cerradas. Al final en el estudio, se comenta que es funcional, y que los alumnos que utilizaron plataformas de gamificación y se les plantearon problemas, resuelven de mejor manera los conflictos cognitivos avanzando más en los procesos cognitivos.

Eso parece obvio y no necesariamente se necesita una investigación, pues al presentarles a los alumnos preguntas con ejemplos, imágenes, audio y textos, con juegos y ejercicios previos en una computadora, por el contrario de un examen o prueba escrita, responderán de mejor manera ya que

lo aprendieron ‘más integral’. Este estudio, tiene un paradigma positivista y en ocasiones interpretativo, es de corte cuantitativo, y no acaba por mencionar cómo se construye el conflicto; solo ejemplifica cómo, quienes usan la tecnología pueden responder más preguntas acertadamente a problemas cerrados que les presentan.

Por otro lado, Sánchez, Jaimes y Aguilera (2020), explican cómo es que el conflicto cognitivo se plantea mediante la enseñanza basada en preguntas con una referencia de como se hacía antes en la Grecia antigua. Aquí se hace referencia al método mayéutico de Sócrates. Dicen que las preguntas detonan el conflicto cognitivo, e incluso proponen un ejemplo hipotético, que ellos aclaran que nunca pasó, pero donde se muestra cómo utilizar las preguntas para llegar a las conclusiones que les marca su objetivo en la planeación. Nuevamente un estudio más que no refleja el conflicto cognitivo y el planteamiento de situaciones problema, donde incluso ocasionalmente a este proceso le llaman más bien ‘una dinámica de preguntas’. Van planteando preguntas hasta obtener la respuesta a la que se quiere llegar donde a la vez se van introduciendo ejemplos cotidianos. Su metodología es de análisis descriptivo, donde reflexionan sobre cómo plantear conflictos, pero no indagan si sus alumnos aprenden o no. Se trata de una descripción de los autores de cómo impartieron sus clases, pero no representa una mirada para conocer la construcción didáctica del conflicto.

Evidentemente estos autores hablan de las ideas previas y cómo ayudan al conflicto cognitivo, pero desde la teoría y poniendo ejemplos hipotéticos, lo cual no abona a conocer cómo utilizan el conflicto y mucho menos vincularlo con el aprendizaje significativo. Inclusive menciona tres tipos de preguntas: para recordar, detonar el conflicto y propiciar la transferencia, postulando el conflicto mediante preguntas, y no como una fase medular de un proceso metodológico. Finalmente, los autores aclaran que es un enfoque con dinámica de preguntas, llamado así, aprendizaje basado en preguntas. Se trata más de una guía para que respondan los alumnos mediante las preguntas que los profesores les van haciendo a los estudiantes, no tanto de un conflicto, aunque aparentemente parezca que estas crean conflicto.

Por su parte Useche y Vargas (2019), parten de la necesidad de conocer los modelos explicativos con los que los alumnos interpretan su realidad, y a partir de ahí modelizar planteando una situación problemática real que puede ser científica o no, que ayudará a la construcción de un modelo científico más estructurado y complejo para que el alumno se explique el mundo en el que vive y

lo transforme. Los modelos de ideas previas ayudan a que el profesor modelice la situación problema mediante el modelo de cambio conceptual, para que los alumnos adquieran un modelo científico. Estos autores, manejan el modelo por investigación para identificar esa incompatibilidad entre el conocimiento cotidiano y el científico, que será la guía para modificar los modelos mentales iniciales mediante el modelo de cambio conceptual.

Es una propuesta interesante, aunque habrá que ver la ontología de los modelos para comprender si es posible utilizar esta significancia para plantear modelos tanto para las ideas previas, como para conflictuarlas, y llegar a modificarlas, aunque suena plausible en argumentos, quizá sea más conveniente elaborar acotaciones más precisas sobre los modelos, o en todo caso, hacer una diferenciación de conceptos entre modelo mental, metodológico, de idea previa y cambio conceptual, ya que no todos pueden ser tomados como modelos porque en esencia, son distintos.

Así como existen algunos autores que describen, pero no explican ni muestran pruebas sobre el planteamiento de conflictos cognitivos, otros tienen la idea de plantear conflictos mediante el gaming, y algunos más desde una perspectiva de modelos. Si bien es cierto que estos autores no han logrado conceptualizar epistémica y ontológicamente el conflicto cognitivo mediante el planteamiento de situaciones problema, tienen una propuesta de cómo la problematización del aprendizaje en las ciencias puede ayudar a mejorar las estructuras mentales de sus alumnos en tanto mejoren las ideas previas, se motiven, promuevan los procesos cognitivos básicos y superiores. Esto es valioso, ya que representa una perspectiva actual, que abona a la construcción y replanteamiento de significados comunes para quienes trabajan la didáctica de las ciencias.

Esto hace que se abra la mirada de los profesores en servicio y los investigadores de que el conocimiento no es algo acabado, y pueden abordar este tipo de unidades de análisis en la educación desde distintas vertientes para explicar la máxima en las ciencias, cómo hacer que los alumnos aprendan ciencia, es decir, conocimiento, habilidades, actitudes y vocabulario científico. Además, los estudios regularmente tienen paradigmas positivistas e interpretativos, con un enfoque cuantitativo de investigación, de ahí la forma en que presentan los resultados; cabe destacar la necesidad de teorizar desde paradigmas sociocríticos de reconstrucción social y la mejora continua.

Un trabajo interesante, respecto al conflicto es el planteado por Edelsztejn y Galagovsky (2019), quienes hablan explícitamente de detonar el conflicto bajo la modalidad de talleres, ya que esta es

una experiencia didáctica que promueve la reflexión sobre ideas o conocimientos previos que son parcial o totalmente erróneos científicamente, para acercarlos a la ciencia. Explican, cómo plantearon cuatro talleres presenciales de tres horas cada uno con alumnos de bachillerato bajo el enfoque de la indagación integrando teoría y práctica en el proceso de aprendizaje para motivar a los alumnos, donde la fase medular es el conflicto cognitivo. Su paradigma crítico de investigación hace que su método sea cualitativo, analizando su práctica de enseñanza, así como los resultados de aprendizaje a los que llegaron sus estudiantes mediante observación y registro, como una forma metodológica de investigación – acción, presentando sus resultados al hacer que los alumnos aprendan ciencia, de forma clara.

Estos autores parten de la idea de que es necesario, como primera condición para trabajar el conflicto cognitivo, que el alumno conozca sus ideas previas erróneas, y analizarlas metacognitivamente para comprender por qué están mal, presentándole nueva información, para reflexionar cómo puede modificar dichas ideas erróneas. Se habla de conflictos cognitivos motivadores cuando los propios estudiantes saben lo que no saben, y comprenden qué es lo que deberían saber; esto demandaría a los alumnos la creación sus propios conflictos cognitivos, y el maestro solo tendría que guiarlos u orientarlos, de acuerdo al nivel y estado mental en el cual se encuentren los alumnos. La máxima de esta propuesta, con la cual se está de acuerdo, es que los alumnos sean los creadores de sus propios conflictos cognitivos para trazar el camino que los resuelva, donde tengan explícitas las ideas previas que poseen, conociendo particularmente si son científicas o erróneas.

En la misma línea de estudios de corte sociocrítico, donde presentan cómo generar conflicto cognitivo con estudiantes en ciencias, Tamayo, Cavid, y Montoya (2019), explican que para que lo anterior ocurra, es importante considerar recursos metacognitivos con los que el estudiante toma consciencia de sus ideas previas, para modificarlas, puesto que con estos recursos se abona a la solución de situaciones problema en el campo disciplinar de las ciencias. Se vuelve interesante cómo estos autores presentan las ideas previas como uno de los principales factores para detonar el conflicto, pues es a partir de estas ideas que, tras analizar lo que saben y lo que es erróneo respecto de un fenómeno natural, permite a los educandos tener consciencia de su propia forma de pensar frente a un problema y la forma de abordarlo para resolverlo. Dichos autores hacen énfasis en que un problema que se les presentan a los estudiantes debe estar evocado al nivel de lo que

saben los alumnos, algo que también debe ser explícito para ellos. El autoconocimiento, autoanálisis, y autorreflexión es de suma importancia en todo el proceso: antes, durante y después de presentar el conflicto. Antes para conocer sus ideas previas, durante para darse cuenta de sus ideas erróneas, y después para revisar el cambio en dichas ideas.

Autores como Espinoza González (2017), relacionan el conflicto con el aprendizaje significativo. Afirman que, la estrategia principal para que ocurra el aprendizaje significativo, debe ser la resolución de problemas en contextos reales, siendo el planteamiento de problemas una tarea medular en las estrategias de enseñanza. El mismo autor expresa que presentar un problema a los estudiantes implica buscar un conflicto que lleve a la acción apropiada para lograr un objetivo de aprendizaje establecido, que ayude al alumno a construir sus conocimientos, donde la solución no requiere ser de manera inmediata, más bien gradual y paulatina. Es decir, un proceso más profundo y complejo en lugar de una mera internalización de información aislada y sin significado. Este conflicto se generaría mediante una situación problema que no debe plantearse con ejercicios mecanizados donde ya se conozca el resultado, de manera que permita al estudiante construir sus propios conocimientos, como parte esencial del proceso de enseñanza aprendizaje.

La máxima de los conflictos cognitivos está en que los estudiantes aprendiendo metodológicamente el desarrollo de las situaciones problema pudieran por sí mismos identificar un problema, diseñarlo y resolverlo por su cuenta, de manera que se estimule su pensamiento, que con ayuda del profesor quien le proporciona cierta guía e información, puedan asimilar lo aprendido derivado de estos problemas que ellos construyeron (Espinoza González, 2017). Esto es posible cuando los alumnos se entrenan solos en el planteamiento y resolución de las situaciones problema. Primero el profesor puede plantear el problema, cuando han internalizado el proceso de solución, puede dejar a los alumnos que lo hagan con su supervisión, y finalmente el profesor puede solo estar orientando la toma de decisiones en el grupo desde el problema que ellos mismos crearon. Lamentablemente, estas ideas son solo ejemplos de lo que se podría hacer según el autor, porque su artículo es de corte descriptivo teórico, y solo menciona los aspectos que parecen medulares, pero sin presentar algún caso real, ya que son ideas no concretadas e hipotéticas que no han sido probadas.

Actualmente cuando se trata del conflicto cognitivo, no solo se hace referencia a la problematización de un fenómeno físico para desequilibrar las ideas previas de los estudiantes, que al resolverlo deberán aprender; se hace referencia específicamente a las interacciones sociales, que

más bien convendría llamarlo sociocognitivo. Así fue como lo aplicaron Peralta y Roselli (2016), quienes explican que este tipo de conflictos cognitivos sociales, o sociocognitivos, ayudan a que exista una verdadera reestructuración de los esquemas mentales en los alumnos, ya que además de problematizar las ideas previas, en la interacción con los otros y con el medio social, se posibilita que la nueva organización conceptual se lleve a cabo aprendiendo entre compañeros, quienes estabilizarán el saber, unificándolo, con lo que en conjunto se consolide el conocimiento con la validación científica de los fenómenos.

Estos autores estudiaron sus clases con un paradigma interpretativo donde analizaron los resultados en sus asignaturas. Mencionan que de poco serviría si los estudiantes asimilaban el conocimiento ellos solos, sin saber si es científicamente correcto en comparación con los otros, es decir, no podrían comparar su paradigma científico en su medio social o entre sus compañeros. Eso llevaría a crear un falso sentido de conocimiento, donde lo que se aprende no puede considerarse científico, porque no es verificado por todos, como lo expresaba atinadamente Kuhn en su momento. En cambio, cuando se conflictúan los educandos con los otros, se dividen los esfuerzos y se multiplican los resultados al trabajar en colectivo.

Llegaron a la conclusión Peralta y Roselli (2016), que es necesario construir los conflictos con base en la colaboración entre pares siempre que sea posible, para que se realice el proceso interno de aprendizaje, de manera colectiva, unificando el saber en tanto válido. Con el conflicto cognitivo social, se elaboran nuevos instrumentos cognitivos, originándose un cambio fundamental que se manifiesta en una reorganización cognitiva de varios sujetos implicados en la comunidad de aprendizaje coordinando varios puntos de vista que antes se creían opuestos. En resumen, se asemejaría a la unificación del paradigma vigente, actual y aceptado por la ciencia, lo que ayuda a que los estudiantes no solo construyan su conocimiento, sino que aprendan de los otros, mediante un conflicto sociocognitivo para llegar al conocimiento aceptado social y científicamente unificado, en un determinado momento histórico, de lo cual se recalca nuevamente, lo planteado por Kuhn, puesto que es la base del estudio que realizaron.

Sumado a las ideas anteriores, Delgado (2017), considera la idea del conflicto sociocognitivo pues hace referencia a la coordinación de esquemas diferentes en un contexto de interacción social con grupos heterogéneos sin jerarquías donde el papel del docente en la generación del conflicto es primordial. Bajo esta idea, los estudiantes pueden apoyarse, y trabajar lo más acercado a las

actividades propias de la ciencia. Sin embargo, es importante diferenciar entre la ciencia que hacen los científicos y el abordaje escolar de la ciencia ya que tienen diferencias muy marcadas. Es decir, la ciencia-ciencia, y la ciencia-escolar.

Es importante que los estudiantes tengan conocimiento de las dificultades por las que pasa un científico, cómo construyen ciencia, la manera en que la difunden, los problemas sociales que se les presentan cuando construyen una nueva teoría, puesto que son trascendentales para realizar sus actividades; así pueden entender que ocasionalmente hay retrocesos y derrumbe de teorías como parte del proceso de construcción de conocimiento. Pueden diferenciar lo que ellos hacen como alumnos en la escuela, ya que no tienen los medios, el tiempo y los recursos como un científico, pero pareciéndose en lo posible, a lo que hace un científico para construir conocimiento. En resumen, Delgado (2017) hace un estudio de corte bibliográfico donde la investigación documental, su revisión, análisis, y sistematización de textos, le permite plantear estas conclusiones.

Esto ha sido estudiado recientemente por Acevedo (2017), y encontró que los científicos enfrentan las situaciones problema, a manera de conflictos cognitivos, de manera colaborativa; entonces sería indispensable que lo mismo se haga en las aulas regulares, aunque con un abordaje pertinente para el ámbito escolar, diferenciando la ciencia-ciencia, de la ciencia-escolar, algo que se encuentra en los análisis actuales que versan sobre el conflicto cognitivo; puesto que los alumnos no tienen el tiempo ni los recursos necesarios para llevar a cabo investigaciones como lo haría un científico.

Es preferible que las actividades que realizan los alumnos al resolver las situaciones problema no sean aisladas, o se planteen a manera de preguntas que se resuelven fácilmente, sino que los conflictos sociocognitivos que se han descrito estén realmente presentes en un ambiente de ciencia escolar, planeado conscientemente por el profesor. Lo anterior se constata en su metodología de investigación-acción, donde presentan casos prácticos con varios temas científicos aplicados en educación básica, su paradigma es sociocrítico puesto que pretenden la transformación de la práctica docente, ya que en la medida que imparten sus clases, las analizan para transformarlas con la reflexión sobre la acción.

En síntesis, actualmente se entiende que la resolución de situaciones problema ayuda a que los estudiantes logren aprendizajes significativos. Hay que recordar las explicaciones que se hacen de

la enseñanza de la ciencia actualmente, presentada por Doménech (2018), explica que los mejores proyectos de aprendizaje tienen que ver con situaciones de enseñanza donde los contenidos clave se aprenden a partir de un contexto específico partiendo de un reto a manera de conflicto, es decir, se produce en el contexto de una situación problema.

Cuando todo lo anterior se hace posible, es decir, en tanto la metodología del cambio conceptual para el aprendizaje de las ciencias se lleva a cabo, teniendo como eje central la resolución de un conflicto sociocognitivo, se construyen aprendizajes significativos: aspecto relevante del estado del arte. Por tanto, se comenta la importancia de aclarar cómo es posible que se construyan aprendizajes significativos, relevantes, duraderos, y aplicados al contexto real de los estudiantes. Gracias a las investigaciones de Cobo (2018), se entiende, cómo mediante un conflicto cognitivo se posibilita el aprendizaje significativo. Esto es importante comprenderlo, porque no quiere decir que después de uno consecuentemente sigue el otro, sino que a la vez de que está ocurriendo el conflicto, se está produciendo aprendizaje significativo, no de forma consecuente, ni paralela, sino simbiótica, lo cual es un aspecto que se aborda a continuación.

4.3 La construcción de aprendizaje significativo en la didáctica de las ciencias

Han existido diversas formas en las que se aplica el aprendizaje significativo. En Queiruga (2018), se explica de manera contemporánea el aprendizaje significativo escolar, como el proceso en el que profesor propone actividades para que se relacione la información nueva con la que ya posee el estudiante, es decir, se integra y asimila la nueva información en los esquemas mentales que ya tienen los alumnos; así es como el educando dota la nueva información recibida de significado, y se contrasta con sus ideas previas para que surja un nuevo aprendizaje. Es importante retomar que, desde la época de Ausubel, hasta ahora, es complejo este proceso de enseñanza aprendizaje.

En la argumentación de Chrobak (2017), el proceso se sugiere sea guiado por el profesor, y diseñado por él, aunque no es sencillo. Además, la situación se agrava cuando se indica implementar el aprendizaje significativo en las asignaturas científicas (Doménech, 2018), reconociendo que dicha teoría tiene base sólida para llevar a cabo procesos de enseñanza aprendizaje en las ciencias. El aprendizaje significativo ayuda a la construcción de pensamiento crítico; esto se logra cuando el material que se utiliza en los procesos educativos es potencialmente significativo, es decir, está relacionado con las ideas previas de los estudiantes. Para continuar con

la idea anterior, explica Cobo (2018), como es imprescindible que el docente plantee actividades de forma consciente, de manera que sean explícitas y reflexivas para los estudiantes, para construir pensamiento crítico. Para tal propósito se espera que resulte en un aprendizaje significativo, es necesario un aprendizaje activo en contextos auténticos para dar significado a las tareas que desarrollan los propios alumnos; lo anterior lograría un aprendizaje significativo en la medida que se siga este proceso complejo.

Cada persona reconstruye el conocimiento sobre la base de sus experiencias e ideas previas; se requiere un cambio de paradigma educativo, por tanto, un cambio metodológico para lograr el aprendizaje significativo, desde una posición constructivista de la educación, como lo expresa Barrequé (2021), quien ejemplifica en sus clases cómo pudo construir aprendizaje significativo basándose en cuatro principios:

1. El aprendizaje es un proceso de construcción dirigido y controlado por quien aprende y requiere de su participación activa y autónoma: el alumno es el centro del proceso de aprendizaje, él es quien marcará el ritmo del proceso.
2. El proceso constructivo se basa en los conocimientos previos y en las experiencias de los estudiantes: las actividades deben estar encaminadas a rescatar, conflictuar, y reconstruir los conocimientos previos para modificarlos a conocimiento científico, tomando en cuenta las experiencias que ya posee el estudiante.
3. El aprendizaje ocurre en un contexto o situación específica: el medio sociocultural y contextual debe ser del que partan las experiencias de aprendizaje, además de tomar en cuenta en todo el proceso de reconstrucción del saber.
4. El aprendizaje es un proceso social, es decir, ocurre en la interacción con los otros: la ciencia se construye en colectivo, por tanto, el trabajo colaborativo entre pares es el más importante y debe aprovecharse siempre que sea posible.

Estos principios se aplican en la investigación al involucrar al estudiante. En la actualidad, cada vez es más sabido que, para que pueda construirse aprendizaje significativo, el estudiante ha de poseer conceptos y proposiciones que le sirvan como anclaje con el nuevo conocimiento, y tener una disposición por aprender, con lo que se vuelve más fácil que por sí mismos organicen la estructura cognoscitiva que ya poseen. Con lo anterior se posibilita la construcción del pensamiento crítico en el estudiante, y ayuda además a que esté motivado para aprender y construir una de las habilidades más altas del ser humano: la creatividad, dándole libertad cognitiva.

Otro aspecto relevante que antes no se consideraba, es la proposición de actividades desde el entorno natural y sociocultural en un contexto de escuela-comunidad. Es decir, hay que entender que el aprendizaje significativo se circunscribe internamente condicionado por el contexto social, por ello además de partir de la experiencia y las ideas previas de los estudiantes, es conveniente tomar en cuenta lo social, así puede construirse un aprendizaje significativo vivencial.

Dentro de la modernidad de la teoría del aprendizaje significativo, y lejos de cómo lo imaginó Ausubel en sus textos de psicología educativa, explican Maldonado, Londoño, y Gómez (2017), que se han aplicado dispositivos informáticos como el llamado SIMAS, (Sistemas de Marcos para el Aprendizaje Significativo), para clasificar las ideas previas y el alcance del aprendizaje significativo en categorías ontológicas: filosófica, neurociencia, psicológica, de inteligencia artificial, y pedagógica. Es interesante este planteamiento porque, los autores expresan que varias palabras conforman una oración que tiene significado, que al ser agrupadas en un conjunto de significados en un contexto determinado se forma una categoría ontológica. Son precisamente estas categorías ontológicas las que conforman las ideas previas, como modelos mentales con conceptos, procesos, actitudes, valores, habilidades, normas, destrezas, conductas, y hechos, de donde debemos partir para el proceso de aprendizaje, teniendo claro los objetivos y metas de aprendizaje con los alumnos.

Generalmente se pensaba que el aprendizaje significativo ocurría cuando se reforzaba, ampliaba, y modificaba científicamente los conceptos de los estudiantes; ahora se sabe que el aprendizaje significativo no solo es la modificación de conceptos, sino también es procedimental y actitudinal, y requiere otras estrategias metodológicas. Estas ideas previas conceptuales, procedimentales y actitudinales están relacionadas, y son jerárquicamente subordinadas unas de otras.

Los nuevos conocimientos pueden anclarse a los preexistentes, y así adquieren significados. Hay que recordar que existen aprendizajes que son significativos, pero no son científicos; otros pudieron aprenderse y se olvidan por no ser significativos; además de que aprendizaje significativo no es sinónimo de aprendizaje duradero; y el aprendizaje significativo siempre es contextual (Moreira, 2021). Por ejemplo, para construir aprendizajes significativos Cobo (2018), lo hace con situaciones que provoquen un conflicto cognitivo, y un componente motivacional que despierte el pensamiento crítico, desde un contexto próximo al alumno.

Actualmente se sigue reafirmando que el aprendizaje significativo es aquello relevante que una vez construido, ayudará a resolver los problemas que se le presentan al estudiante, a explicarse el mundo en el que vive; por su parte el memorístico es todo lo que se aprende cuyo significado es inerte y sin sentido. Sintetizando, en la actualidad se proponen tres características y tres tipos de aprendizajes significativo (Moreira, 2017; y Moreira 2021), como se muestran en la Tabla 7:

Tabla 7

Características y tipos de aprendizaje significativo

INDICADOR	SUBORDINACIÓN	SUPERORDENADO	COMBINATORIO
CARACTERÍSTICAS	Se lleva a cabo cuando los nuevos conocimientos adquieren significado para el sujeto que aprende en un proceso de anclaje cognitivo interactivo, en conocimientos previos relevantes más generales e inclusivos ya existentes en su estructura cognitiva para explicar el mundo natural y social.	Implica un proceso de abstracción, inducción, y síntesis que llevan a nuevos conocimientos que pasan a subordinar aquellos que le dieron origen, mecanismo fundamental para la construcción de conceptos, habilidades, actitudes y valores.	La construcción significativa de un nuevo conocimiento implica interacción con otros conocimientos ya existentes en la estructura cognitiva, ni más inclusiva, ni más específica que el conocimiento original.
INDICADOR	REPRESENTACIONAL	CONCEPTUAL	PROPOSICIONAL
TIPOS	Símbolos arbitrarios pasan a representar, en significado, determinados objetos	El individuo percibe regularidades en los eventos u objetos, pasando a	Da significado a nuevas ideas expresadas en la forma de una

	o eventos en una relación unívoca, es decir, el símbolo significa únicamente el referente que representa.	representarlos por determinado símbolo, y ya no depende de un referente concreto del evento u objeto al darle significado al símbolo.	proposición; siendo los aprendizajes anteriores prerrequisito para este tipo de aprendizaje.
--	---	---	--

Nota. Tomado de Ausubel (2019).

Es importante que los profesores faciliten la construcción significativa de aprendizajes con sus alumnos, en tanto utilicen de forma consciente mecanismos de metacognición que partan de sus ideas previas llevándolos a pensamientos de autorreflexión, lo que se traduce en mecanismos más sólidos y significativos (Tamayo, Cadavid, y Montoya, 2019), en educación secundaria, especialmente en ciencias, desde una visión constructivista del aprendizaje.

Cobo (2018) afirma que la educación científica en secundaria construye pensamiento crítico, incluyendo hipótesis a manera de ideas previas, conflictuándolas para la resolución de problemas, y tomar decisiones con sus nuevas ideas, con lo que se le da significatividad al aprendizaje. Esta autora ejemplifica cómo es que, en sus aulas, cuando se posibilita el aprendizaje de la naturaleza de la ciencia mediante el pensamiento crítico, se logran aprendizajes significativos; sin embargo, hay una condición importante, referida a que los alumnos estén dispuestos a querer aprender.

Sin embargo, cuando los docentes, siguen con la transmisión de contenidos, genera resultados deficientes en pruebas estandarizadas. La epistemología en el aprendizaje significativo puede ayudar a revertir la situación, ya que durante mucho tiempo la enseñanza de las ciencias no ha logrado una comprensión verdadera de esta asignatura como lo es la física (Useche y Vargas, 2019); los profesores siguen exponiendo para que los estudiantes memoricen y pasen las pruebas, desde hace décadas, y en estudios recientes se ha constatado lo mismo (Cuellar y Marzábal, 2020).

Los aprendizajes significativos se hacen presentes desde la naturaleza de la ciencia y el conocimiento histórico y disciplinar del tema que se imparta, una forma en que se posibilita que aprendan significativamente los estudiantes. En otras palabras, se deben presentar controversias en esta historia de la ciencia, con dinamismo e integración de aspectos relevantes del conocimiento científico, desde la ciencia escolar (Acevedo, 2017).

Al trabajar desde la naturaleza de la ciencia, se logra la construcción de aprendizajes significativos en los alumnos, pero para eso es necesario que el profesorado pueda y tenga conocimiento de cómo trabajar la naturaleza de la ciencia (Cobo, 2018). Es posible, decir que la naturaleza de la ciencia ofrece una visión amplia y funcional de la ciencia, pues parte de las ideas previas rescatadas plenamente del contexto social, para que, mediante actividades que reconstruyan la historia de la ciencia, los profesores ayuden a guiar a los alumnos a descubrir el conocimiento de una forma crítica, hasta que asimilen los contenidos y valoren su propio aprendizaje, lo cual es un proceso moderno de aprendizaje significativo utilizado ampliamente, donde además se debe incluir la relación Ciencia-Tecnología-Sociedad (Cobo, 2018).

Indispensable pues, en la construcción de aprendizajes significativos en ciencias, es el incluir la historia de la ciencia para conocer la naturaleza de la ciencia, como aspecto primordial para desarrollar el trabajo en las ciencias que realizan los científicos, pero desde una visión de la ciencia que se construye en las escuelas, con profesores preparados, y actualizados para llevar a cabo estas metodologías, desde un enfoque de aprendizaje significativo explícito (Useche y Vargas, 2019), en donde lo primordial sean los alumnos al centro del proceso de aprendizaje.

Como bien justifica Barraqué (2020), los alumnos tienen distintas formas de aprender, son ellos quienes construyen su propio conocimiento de manera interna en interacción con los otros, siendo los responsables de su proceso de aprendizaje. Para que lo anterior se haga posible las estrategias de enseñanza requieren centrar al alumno en el proceso de enseñanza aprendizaje. Lo que se propone son actividades orientadas a la inclusión de textos de complejidad creciente y debate en las ciencias; el uso de herramientas tecnológicas de la información y la comunicación; proponer a los alumnos actividades inductoras de temas desarrollados a la par de evaluaciones iniciales o predictivas; resolución de problemas de interés; actividades experimentales; actividades de lectura y/o con simulaciones; explicaciones breves de lo operativo antes de realizar experimentos; uso de material didáctico potencialmente representativo; lecturas relacionadas a los temas a desarrollar; planteamiento de consignas, preguntas o actividades que fomenten la autoevaluación de su proceso de aprendizaje; así como la recuperación de ideas clave de temas anteriores.

Entonces, ¿cómo lo anterior se hace posible para lograr aprendizajes significativos? Primero, los temas pueden tener actividades introductorias donde se deje claro lo que se va a aprender, cómo y con qué intención donde los objetivos estén claros y sean concretos; por otro lado, rescatar las ideas

previas de los estudiantes de esos temas que se van a abordar para conocer cuáles son, de dónde provienen, y cómo se van a conflictuar para poder pasar a ideas científicas, así puedan diagnosticar las ideas o preconceptos previos de los alumnos. Para hacer posible lo anterior, es preciso presentar textos con temáticas de actualidad, o desde referencias históricas relevantes que permita trabajar el contenido de los conceptos fundamentales a los alumnos, donde reflexionen y puedan debatir sobre el rol de la ciencia en la sociedad, desde avances científicos y tecnológicos recientes; la intención es presentar algunas narraciones orales para despertar el interés de los alumnos.

Las actividades de desarrollo pueden apoyarse con la utilización de simulaciones para modificar las variables operativas de los procesos, con el uso de las TIC, además recordar la importancia de proponer lecturas relacionadas con los temas estudiados, para propiciar la reflexión en los alumnos. Las estrategias de autoevaluación, donde conozcan artículos de divulgación científica para contrastarlos con lo que saben, es una ayuda valiosa en este proceso de reconstrucción de ideas para generar aprendizaje significativo.

Además de lo anterior, es importante reforzar con recursos y materiales didácticos en tanto sean representaciones potentes que ayuden a que el estudiante comprenda los textos, lo cual se puede lograr mediante videos realizados por los docentes de manera que sean soportes o guías de referencia, además de desarrollar actividades experimentales. Cada profesor sabe si parte de actividades experimentales y representaciones potentes como imágenes y videos, o desde los textos primero, de acuerdo al conocimiento que tenga sobre los alumnos, el contexto y de la materia a enseñar. El cierre se puede complementar con actividades de evaluación. El proceso anterior, propuesto por Barraqué (2020, p. 14), tiene como finalidad “estimular a los estudiantes a ser protagonistas de su propio proceso de aprendizaje, transformando el trabajo del curso en conocimiento significativo y estimulando su autonomía”

Queiruga (2018), menciona que para el aprendizaje significativo es importante que las actividades de presentación, investigación, creatividad, interacción, intercambio y desarrollo de ideas, lo que genera competencias creativas, comunicativas, de colaboración, pensamiento crítico, responsabilidad, aprender a aprender, y una sólida competencia digital. Tal parece que el aprendizaje significativo en la modernidad requiere de espacios diseñados conscientemente, la contextualización de los temas, el trabajo colaborativo, y el uso de las TIC. Fortaleciendo las ideas anteriores, Huaman (2020) explica que al aprendizaje significativo se da en la medida que se

utilizan las TIC, bajo el aprendizaje colaborativo, las ideas previas, el contexto social, y el componente motivacional. Cabe recalcar que el componente motivacional es un aspecto relevante en los textos recientes, así como el uso de la tecnología, que se habla más adelante, debido a su extensión y complejidad.

Una propuesta contextualizada casi a todos los niveles y asignaturas es el aspecto de la educación ambiental. Santos (2019), explica como cuando centramos el currículo en el aprendizaje de la biodiversidad desde un enfoque constructivista con tinte ambiental, bajo experiencias de aprendizaje basado en problemas, se puede llegar al aprendizaje significativo. Menciona que en educación secundaria en materia de biodiversidad la construcción de conocimiento científico tiene por objeto la búsqueda de soluciones para comprender mejor la realidad, donde las estrategias didácticas pueden partir de lo socioambiental desde el diseño de situaciones problema, y eso abonaría al aprendizaje significativo en la medida que lo que se aprende se utilice en el medio natural y social. Lamentablemente presenta sus resultados, así como la metodología que utilizó para llegar a ellos, pero no las evidencias que lo sustentan.

Así pues, tanto el cambio conceptual, como el conflicto cognitivo y el aprendizaje significativo, son propuestas que siguen vigentes, que aún se teorizan, y aunque los estudios que están enfocados a estas categorías son escasos sobre todo en educación secundaria, lo hacen desde perspectivas interpretativas, dejando la necesidad de amalgamar estas variables con el aprendizaje de las ciencias. Aunque la bibliografía es poca, cabe destacar la importancia de conocer estos enfoques.

5. Metodología: investigación – acción en las ciencias

En palabras de Mora (2005), el procedimiento metodológico tiene relevancia porque condiciona los procesos en cómo, qué, y para qué investigar. Por tanto, aquí se aclara el paradigma, metodología, método, enfoque y técnicas de la investigación, como los conceptos orientadores de esta propuesta metodológica de investigación. Sabedores de que se puede especificar tipo, diseño, selección de informantes, y nivel de la investigación, se prefiere no incluirlos porque desde el paradigma, hasta las técnicas, se hacen presentes.

Un paradigma es una postura teórica aceptada por un cúmulo de investigadores que comparten una creencia y visión respecto del estudio de los fenómenos, para la investigación social, existen tres: positivista, interpretativo y crítico. Una metodología es una estrategia con procesos claramente establecidos a seguir que se integran por acciones concretas, que establecen la forma de proceder frente a los hechos, caracterizado por su estilo heurístico. Un método es una serie de pasos a la vez que, también es una manera de proceder, pero de carácter algorítmico, depende de la metodología, por tanto, varían en número los procesos que posea, regularmente hay entre dos y tres métodos para una metodología.

El enfoque es la direccionalidad que se dará a la investigación en cuanto al rescate de información, interpretación y análisis de hechos, así como presentación de los resultados en la investigación, existen dos, y un tercero que los engloba: cuantitativo, cualitativo, mixto. Finalmente, las técnicas son los instrumentos, herramientas de las cuales se vale el investigador para recopilar información que le permita hacer un juicio de valor. A continuación, se especifica cuál es el abordaje metodológico de estas categorías para la presente investigación.

5.1 Paradigma de investigación

Existen tres paradigmas de la investigación educativa que se reconocen como los principales, el positivista, el interpretativo y el sociocrítico. El paradigma positivista piensa la realidad como estructurada, ordenada, única y tangible; el paradigma interpretativo reconoce la realidad como dinámica, múltiple, intangible y holística (Capocasale, 2015; Meza, 2002). El paradigma que se asumirá en esta investigación será el crítico o sociocrítico, diferente al positivista y más explícito (aunque parecido), que el interpretativo.

En palabras de Capocasale (2015), y Meza (2002), el paradigma sociocrítico concibe la realidad como dinámica, evolutiva, interactiva y en constante reconstrucción; se cree desde esta postura, que la finalidad de la ciencia es contribuir a la comprensión de la realidad y promover con ello el cambio; así el conocimiento se entiende como emancipatorio con una base axiológica, en donde se aceptan los valores e intereses del investigador como influyentes dentro del proceso y la interpretación de este. En cuanto a proceso, parte de la idea de que, quien investiga, tiene una ideología y valores construidos que siempre están presentes. El sujeto no toca al objeto de conocimiento, acercándose al conocimiento científico cada vez más con mejores explicaciones, además de que el investigador, también puede ser objeto de conocimiento si pretende modificar la práctica educativa.

Se entiende que la realidad de los fenómenos educativos que se presentan al profesorado son dialécticos, puesto que se reconstruyen a consecuencia del conocimiento científico apprehendido por los estudiantes, desde el medio social en el cual están inmersos. Esta es una idea que permite movilidad docente en tanto, sabe de la importancia de crear mejores procesos para llevar a estados de comprensión mayores que los que actualmente tienen los alumnos pretendiendo modificar sus ideas previas para construir aprendizaje significativo. Se estructuran los fenómenos sociales de lo educativo, con este paradigma, se promoverá el cambio, no sólo en las ideas de los alumnos, sino también en la forma de docencia del profesor al encontrar en la investigación una metodología para el aprendizaje de las ciencias acorde a las demandas actuales.

5.2 Metodología de investigación

El paradigma sociocrítico es el indicado para los objetivos que se pretenden alcanzar, así como las variables que se quieren estudiar explicadas en los primeros apartados del escrito. Se pretende no sólo ser sujeto que investiga, sino objeto de investigación respecto a la propia práctica. Esto debido a que se analiza la propia práctica educativa, donde además de ser el sujeto que investiga, se es el objeto investigado con la intención de dar a conocer lo no educativo que se realiza en el aula. En palabras de Espinosa (2014), un profesor con un paradigma de reconstrucción social, o sociocrítico, asume que será su propia práctica la que es investigada, y a la vez que investiga un objeto de conocimiento, va transformándolo y de esta forma transformando su quehacer docente, siendo sujeto que investiga y objeto de investigación. Con lo anterior, se precisa que una metodología de investigación social, que posibilite la interpretación y modificación de los fenómenos no educativos

de la práctica, es la investigación-acción (existen otras metodologías, pero solo se expresa la que se pretende utilizar).

La investigación-acción, desde el paradigma crítico, acepta que la realidad es un fenómeno complejo que se puede transformar por los sujetos que actúan en ella (Sañudo de Grande, 2009); en donde la fenomenología se circunscribe a esta metodología de manera que concibe el conocimiento como algo cambiante y en constante reconstrucción (Capocasale, 2015). La realidad es un producto contextual, social, histórico. Al aceptar la metodología de investigación-acción, se reconoce que es posible modificar la práctica docente y los aprendizajes de los estudiantes, lo cual se considera un fin imprescindible para el logro de los objetivos que se esperan alcanzar, y está, además, en concordancia con la pregunta de investigación.

Por otro lado, como ya se mencionó, bajo la investigación-acción se entiende que el sujeto también puede ser objeto de conocimiento (Álvarez y Álvarez, 2014). Lo cual significaría que no sólo se analiza y transforma lo externo, como el aprendizaje de los alumnos que por ende transformarían su contexto, sino también lo interno del problema objeto de estudio; al aceptar la idea de que se puede mejorar la práctica docente del profesor. Es decir, se reconstruye de manera positiva el aprendizaje de los alumnos y la práctica del docente, siendo ambas objeto de conocimiento.

De igual manera, autores como Álvarez y Álvarez, (2014) suponen desde esta metodología dos aspectos importantes: el primero se refiere a que la realidad esencial del conocimiento no puede ser aprehendida del todo, pero si es posible acercarse a estados cada vez más reales, y que la relación entre teoría-práctica es dialógica en el sentido en que ambas se construyen mutuamente. Esto es de suma relevancia pues, se entiende que consecuentemente se podrá avanzar a estados científicos más complejos de conocimiento, para mejorar la práctica docente en un continuo.

Para esta metodología, se necesita que quien investiga, a la vez pueda ser investigado, lo que dice, lo que hace, su práctica. Es un proceso de investigación social meramente de intervención educativa. Si se enfoca la práctica docente, con estudiantes de educación secundaria, con padres no asalariados, deserción y reprobación latente, rezago y reprobación escolar, y resultados bajos las pruebas estandarizadas (confróntese el apartado de justificación), de poco serviría que explicara cómo es que sucede este fenómeno, sin pretender transformarlo, puesto que resultaría contradictorio.

Por tanto, la metodología de investigación-acción permite por un lado construir conocimiento metodológico, que es escaso para el problema objeto de estudio que se pretende investigar, respecto de cómo construir aprendizajes significativos en las ciencias; por otro lado, incidir en el contexto social de los estudiantes para que transformen su medio en el que viven. Con lo anterior queda dicha la pertinencia de modificar la práctica, el conocimiento de los alumnos, la realidad social y la interpretación contextual, para la mejora educativa, y la propuesta metodológica curricular en el aprendizaje de las ciencias que se pretende proponer, según la hipótesis.

Cabe mencionar que, así como el paradigma epistemológico que orientará la investigación es el sociocrítico, el sustento epistemológico también, para la investigación-acción será el materialismo dialéctico. Según Oquist (1978), desde este soporte epistemológico para la investigación-acción, se concibe la práctica educativa como dialéctica, en constante reconstrucción de la realidad. Sólo tiene propósito investigar en la medida que se modifique el fenómeno que se está estudiando por el sujeto que está interviniendo; además de que sólo se justifica el conocimiento si este transforma la praxis; la práctica social transforma al sujeto y este a su vez incide en lo social.

5.3 Método de investigación

A partir de un camino constructivista y en complemento con la investigación-acción, el método que se propone es el etnográfico. En estudios de Capocasale (2015), se expresa la idea en que la etnografía como método, es una variante preferentemente utilizada en el enfoque cualitativo, asumido en esta investigación. La misma autora, concluye que el método etnográfico se caracteriza por un sujeto investigador inmerso en el contexto que se pretenda estudiar, encontrando las relaciones importantes, como hechos que se convierten en objeto de estudio; que al registrarse, se describen, interpretan, explican y se les da significado en una unidad social específica (parte de la técnica de investigación como el autorregistro que se utiliza, explicado más adelante). Sigue la misma autora (en concordancia con el paradigma crítico), sustentando que se acepta el valor axiológico de los sujetos y la necesidad de comprender la realidad para que, a partir de ahí, se construya conocimiento, dando parte a su transformación (misma idea plasmada en la metodología de la investigación-acción).

Por su parte Emmerich (1998), sustenta cómo es que el método etnográfico señala las interacciones simbólicas y los símbolos, implicando las formas en que se presenta y expone la realidad de los

sujetos participantes en la investigación, que se vuelven motivo de análisis. Encontrar el sentido oculto del por qué dicen o hacen algo frente a un fenómeno los estudiantes, construyendo significados que dan explicaciones para motivos de transformación del problema de estudio, es la base de este autor, lo que concuerda con lo que se pretende lograr en la presente tesis. Para este método se considera que la realidad puede ser estudiada y reconstruida por los estudiantes, que a su vez también se construyen por esa realidad, lo mismo pasa con la práctica del profesor. Complementa Bertely (2000), que el método etnográfico es eficaz para la solución de problemas educativos, en tanto el docente pretenda ser investigador de lo no educativo y desee transformarlo, dándole significado para mejorarlo.

Todo apunta a que el profesor como investigador de su práctica, deberá estar inmerso en el grupo participante, ser quien encuentra el problema a la vez que busca las soluciones, indagando todo lo que pasa para darle significado y mejorar lo estudiado (Woods, 1987). Se trata de un método adecuado, teniendo en cuenta que el problema objeto de estudio, es producto de una constante observación directa y registro del aprendizaje de los alumnos, así como el análisis de los indicadores de desempeño que se han hecho. Sólo al estar inmerso en esa realidad contextual, se podrá dar solución al problema objeto de este estudio, y rechazar la hipótesis nula.

Se supone que, frente al fenómeno estudiado se pueden conocer las estructuras organizativas y sus cambios, la organización, la formación de alumnos y profesores, las culturas de los grupos participantes, lo que los agentes educativos dentro y fuera del aula hacen realmente, las actitudes y creencias acerca de las relaciones y el aprendizaje, y la constitución de hábitos y comportamientos (Woods, 1987). Con ello se plantea una instrumentación pertinente que permita intervenir en los aprendizajes de los alumnos, siendo posible todo lo anterior, por el enfoque etnográfico. Con este enfoque se puede lograr de manera satisfactoria una transformación trascendental.

Según el método etnográfico, los hechos que se recuperan en la práctica se interpretan, analizan y se presentan una vez estudiados dependiendo del enfoque que decida asumir el investigador, el cual es el proceso del método que se llevará a cabo. Para el caso, en concordancia con el método, el enfoque cualitativo es el que beneficiaría la actual propuesta metodológica. Este enfoque es referido a la descripción de los hechos y sucesos, relacionados mayormente con las ciencias sociales, por tanto, lo cualitativo. Se interpretan los fenómenos que los datos no pueden, como las actitudes, gestos, comportamientos, relaciones, lenguaje, etc. Es común asumir el enfoque

cualitativo cuando el método etnográfico es el que guía el estudio social, de las ciencias naturales (Rockwell y Gálvez, 1982). Se debe a que el enfoque cualitativo establece descripciones e interpretaciones de los hechos relevantes, obedece al paradigma crítico y a la metodología de investigación-acción (Meza, 2002), así como al proceso del método etnográfico acabado de comentar.

5.4 Enfoque de investigación

El enfoque cualitativo, en vez de justificar con datos, sustenta con interpretaciones a partir de las reflexiones teórico-prácticas, de la observación minuciosa y sistemática de los sujetos de un contexto en particular, a partir de los símbolos, el lenguaje, las acciones que se hacen y no se hacen, aspecto esencial en la presente investigación. Por lo cual, este enfoque explica, según Capocasale (2015), la realidad como dinámica, descriptiva e interpretativa que (re)construye la teoría a partir de la práctica, en un proceso dialógico. La misma autora, menciona como es posible asumir este enfoque si se ha asumido el método etnográfico, que parte de la observación y lo registrado de esa acción, contextualiza el fenómeno dándole una explicación a partir de teorías ya construidas o análisis subjetivos.

En síntesis, el enfoque cualitativo trata de explicar los comportamientos humanos, en el contexto en que se desarrollan, para conocer la manera en que los sujetos comprenden la realidad y así, resolver el problema o situaciones que se pretende investigar, con aspectos no cuantificables (Mora, 2005). De igual manera que el enfoque cualitativo permite explicar el cómo se interpreta y analiza la realidad, las técnicas e instrumentos ayudan a obtener esos datos, esos hechos relevantes que se pretenden conocer, lo cual se explica a continuación.

5.5 Instrumentos de investigación

Se asume la entrevista, las encuestas, los cuestionarios, las observaciones, el diario de campo, los registros y autorregistros, las producciones de los alumnos y las fotografías como los instrumentos de investigación. Las técnicas de recolección de datos que se proponen para la metodología de investigación-acción y para el enfoque cualitativo, caben perfectamente en la lista anterior según Álvarez y Álvarez (2014) y Capocasale (2015), por ello se decide utilizarlas como instrumentos para investigar el objeto de estudio.

La esencia de este trabajo partirá de autorregistros, contemplados como “una descripción que los implicados hacen de lo sucedido durante una sesión o parte de la misma” (Fierro, 2000). Se registrarán los hechos relevantes para dar a conocer las acciones no educativas en la práctica docente que son susceptibles a ser cambiadas, además de ejemplificar cómo se pueden abatir. Los autorregistros se rescataron en dos periodos. El primero comprendido del 29 de agosto al 18 de noviembre del 2022, el segundo del 21 de noviembre del 2022 al 17 de marzo del 2023. Para ambos periodos, como se mencionó en el apartado de estudio del grupo escolar, se levantaron autorregistros con el grupo de segundo grado “D” y “E”. En el primer periodo se trabajó el tema de *el movimiento de los objetos*, y para el segundo periodo el tema de *la descripción de las fuerzas en el entorno*, ambos temas rescatados de los programas de ciencias para segundo grado de educación secundaria en física.

Los autorregistros se levantaron para ambos temas durante 11 semanas, para completar un total de 22 semanas en total. Se hizo énfasis en la fase de las ideas previas, presentación del conflicto cognitivo, y revisión en el cambio de las ideas previas para tornarlas científicas. Al inicio durante las dos primeras semanas, en el desarrollo durante las semanas cinco a siete, y de la semana nueve a la once al finalizar. Aunque se videograbaron todas las semanas, por si hubiese algo importante, solo se autorregistró mencionadas.

En cuanto al análisis de estos autorregistros, se siguieron las ideas de García (2002), viendo el autorregistro como un espejo de la práctica docente. Primero se videograbó la clase para posteriormente transcribirla tal cual estaban los diálogos y las acciones, es decir, se rescataba lo que se decía verbalmente, y lo que se hacía pragmáticamente. Al transcribir exactamente lo que se decía y hacía, se elaboraba un texto apegado a lo realizado, para posteriormente describir sin modificar nada de los diálogos, es decir, cada conversación explicitarla en forma de texto con una descripción apegada a lo que se decía y hacía sin ninguna interpretación.

Enseguida, dicha descripción se dividía en momentos para puntualizar cada una de las acciones que estaban presentes en el autorregistro. Posteriormente, se realizó algo que se conoce como registro ampliado, al tener en cuenta la pregunta *¿qué está sucediendo aquí?*, cada uno de los momentos se interpretaba con unidades de análisis claramente definidas. las cuáles se enfocaban en encontrar acciones no educativas (como lo llamaría Espinosa, (2014)), respecto del cambio

conceptual, el conflicto cognitivo y el aprendizaje significativo, es decir, acciones que no llevaran al aprendizaje científico de los alumnos, respecto de estas tres variables objeto de este estudio.

Una vez teniendo las interpretaciones, se pasaba a realizar un ensayo de primer nivel, explicando por qué no eran acciones educativas algunos momentos del autorregistro. Posteriormente con un análisis de segundo nivel, se justificaba cómo podrían mejorarse las acciones no educativas y transformarlas a acciones educativas. Finalmente, se argumentaba en un ensayo de tercer nivel las acciones que se implementarían en una instrumentación. Por último, se elabora una instrumentación poniendo a prueba las nuevas ideas encontradas en los ensayos, mismas que se pueden encontrar en los anexos de esta tesis.

La instrumentación se convierte en un proceso de intervención educativa porque deja ver cómo se modificará la práctica educativa explicitando las acciones no educativas y el fundamento de las acciones de enseñanza que se encontró en el análisis de los autorregistros (Espinosa, 2014). Cabe aclarar que todo esto se complementaba con las fotografías y producciones de los alumnos. Por ejemplo, al encontrar que los alumnos no entendían el concepto de trayectoria, sumado al análisis del autorregistro, también se acudía a interpretar la libreta de los alumnos, para poder corroborar cómo entendían dicho concepto, y se trataba de indagar más, revisando las listas de asistencia para conocer si existían días previos a la clase donde se había ausentado, lo que explicaría en primer momento algunas de las dificultades de la no comprensión. Todo el proceso de intervención, anteriormente descrito en la metodología de investigación, se plasma en el proceso de intervención que se explicita a continuación en el proyecto.

6. Proyecto de intervención: aprendizajes significativos por medio del cambio conceptual

Para resignificar la práctica docente, en este caso en el aprendizaje de la física en educación secundaria, es preciso llevar a cabo un proceso de intervención entendido como un proyecto intencional de investigación que se aplica para mejorar los aprendizajes de los estudiantes. Así, se abre la reflexión para conocer las acciones no educativas y los fundamentos de los problemas que existen detrás de dichas acciones (Bazdresch, 2006), con la intención de darles solución para construir aprendizaje significativo en ciencias. Este proceso de intervención intencional tiene una ruta establecida que define los pasos a seguir para elaborar y aplicar el proyecto que resolverá las acciones no educativas.

Fierro (2000), agrupa en tres momentos este proceso, (1) comenzando por la planeación de la intervención, donde se especifican los mecanismos con los que se pretende transformar las acciones no educativas; (2) para luego poner en práctica el plan de intervención, implementando en el aula y la escuela las acciones que se diseñaron previamente; (3) donde finalmente se llegue a observar el desarrollo de las acciones emprendidas, de manera que se esté atento a los resultados obtenidos para analizarlos, siendo lo más sistemático posible, para conocer los cambios que se realizarán nuevamente a partir de la aplicación del proyecto. Cabe destacar que es un proceso que el docente puede realizar y no tiene un fin, porque es dialéctico (Espinosa, 2014).

Ampliando esta idea, Bazdresch (2006), explica que en primer lugar es preciso explicitar las inquietudes del profesor quien piensa intervenir su práctica educativa. Posteriormente se establece con claridad la justificación de la intervención desde su contexto. Enseguida se configura un plan de intervención donde el propósito y las actividades quedan desarrolladas, paso a paso, con fechas y tiempos precisos. Llevar a cabo la intervención, dándole seguimiento para registrar las acciones no educativas (o educativas, en su defecto, para seguir con ellas e indagar porqué son funcionales para el aprendizaje). Finalmente, se elabora un análisis de la práctica docente para encontrar las actividades que conducen a una nueva actitud que lleva al aprendizaje de los alumnos para resolver el problema objeto de estudio.

La idea de la presente tesis no es explicar el proceso de intervención en cada una de sus etapas; sin embargo, se cree pertinente construir una idea clara sobre cómo se lleva a cabo. Diversos autores (Fierro, 2000; Perales, 2006; Anijovich, 2009) compilan cómo es el proceso de reconstrucción de

la práctica educativa. Es preciso aclararlo para comprender la intencionalidad de este proyecto, puesto que de otra forma no se pueden entender los resultados ni su análisis.

Este proyecto de intervención, basado en el aprendizaje significativo, el cambio conceptual, y el planteamiento de un conflicto cognitivo mediante una situación problema contextualizada, se hace posible concretando los propósitos que a continuación se explicitan, para posteriormente definir la organización de los contenidos de aprendizaje y desarrollar de manera clara cómo es que se presentarán para realizar la intervención. Esto ayuda a crear las bases para explicar los supuestos teóricos metodológicos que sustentan el proceso de resignificación de la práctica docente, para finalmente explicar cómo se realizará la exposición de resultados y la duración del proyecto.

6.1 Propósitos

- a) Explicitar los resultados de la investigación – acción para que el profesorado interesado en la enseñanza de las ciencias, pueda construir aprendizajes significativos en sus alumnos.
- b) Explicitar las situaciones problema para dar a conocer cómo se construye aprendizaje significativo a partir del conflicto cognitivo en las ciencias, específicamente en física.
- c) Dar a conocer la forma de proceder mediante la metodología del cambio conceptual con la intención de que se conozca el proceso de construcción de conocimiento bajo este supuesto.

6.2 Organización de los contenidos de aprendizaje

Para realizar una organización de contenidos, acorde a los propósitos que se pretenden lograr, es necesario establecer una visión curricular de cómo se procederá. Se entiende que el currículo es un concepto polisémico y que ha ido evolucionando con los años; sin embargo, se comprende como el conjunto de planes y programas que establece el gobierno para normar y orientar explícitamente una forma concreta del proceso de enseñanza-aprendizaje, esto según lo aclara (Amaz, 1981). El desarrollo de esta idea, del currículum sería la guía para que el profesorado oriente su práctica psicopedagógica; con la respectiva explicitación de las intenciones, principios y orientaciones necesarias para saber qué, cómo, y cuándo enseñar y evaluar (Coll, 1991).

Dentro del concepto de currículo, existen diversas visiones que permiten comprender mejor cómo se llevarán a cabo las actividades de enseñanza y aprendizaje de forma específica. Por tanto, para

comprender este concepto, se aprovechan las interpretaciones de Margarita Panza (1987), que presenta una visión curricular como disciplina. Desde este enfoque, un profesor planteará actividades desde procesos dinámicos y activos, mismas que se encuentran en un proceso de reflexión sobre la educación (Panza, 1987). Al comprender la práctica como dialéctica, se asume que siempre se puede mejorar; es lo que hace que se pretenda no solo aplicar actividades de enseñanza, sino aplicar instrumentos de análisis a esas actividades para mejorar el aprendizaje.

Siguiendo esta idea, también presentando visiones curriculares más actuales, Díaz (2006), presenta el currículo como una reconstrucción del conocimiento y propuesta de acción, que centra el problema en la práctica docente, la cual se vuelve objeto de estudio y es susceptible de ser analizada para encontrar la solución a los problemas que se presentan en ella. En resumen, comprender el currículo como disciplina, reconstrucción del conocimiento y propuesta de acción, se asume una postura de análisis y transformación de la práctica docente.

La metodología curricular que se toma en cuenta parte de la idea planteada por Díaz (2006), para la intervención, desde un abordaje crítico y sociopolítico. Es un enfoque que ve los contenidos como flexibles e inacabados, que se presentan en un contexto histórico determinado, donde la propuesta curricular modular por objetos de transformación cabe dentro de este abordaje. Así se justifica que el currículo consiste en la integración del contenido a partir de problemas de la realidad. Cabe destacar que la propuesta curricular modular por objetos de transformación también es sustento del conflicto cognitivo, para poder plantear situaciones problema contextualizadas de la vida diaria de los alumnos en su entorno (Panza, Pérez y Morán, 1986).

Como se aprecia, tanto la definición, visión, y metodología curricular son una estructura organizada para abordar el problema objeto de estudio que se plantea en la presente tesis. Por otro lado, el enfoque globalizador del currículo nos ayuda a abordarlo desde sus diversas vertientes para comprenderlo de forma integral en la medida que lo sociológico, epistemológico, y psicopedagógico se hacen presentes (Zabala, 1989). El currículo tiene un carácter interdisciplinario, que se construye con la selección de objetivos plausibles de la realidad en cuatro núcleos disciplinarios como la epistemología, sociológica, psicología y pedagogía (Panza, 1987).

Se pueden considerar como fuentes curriculares a los aspectos de gran valor que se dan implícita o explícitamente para sustentar las instrumentaciones educativas en tanto al cómo enseñar desde la

fuerza pedagógica, cómo organizar el aprendizaje desde la fuerza psicológica, cómo originar y entender el conocimiento con la fuerza epistemológica, y como relacionar y proyectar la enseñanza, aprendizaje y el conocimiento conforme a las necesidades contextuales entre el mundo real y la escuela con la fuerza sociológica (Nieda y Macedo, 1997). Por tanto, la necesidad de instrumentar desde la didáctica crítica. En palabras de Pansza, Pérez, y Morán (1986), se comenta que una instrumentación didáctica va más allá de la planeación que aplica el profesorado, pues contiene una visión curricular clara y un sustento teórico definido para intervenir en la práctica docente de manera que se transformen las acciones no educativas.

Por tanto, se asume la didáctica crítica como sustento al momento de intervenir la práctica educativa por medio de una instrumentación. Bajo esta didáctica, el profesor se vuelve reflexivo, puesto que no hay respuestas acabadas y la práctica está en constante reconstrucción. Se replantea su práctica para crear estrategias y acciones educativas claras, identificando problemáticas concretas para darles solución (Pansza, Pérez, y Morán, 1986), donde el sujeto y la comunidad son el centro del proceso de aprendizaje.

Es sabido que los contenidos pueden organizarse de diversas maneras, pero un modelo adecuado de organizar los contenidos del currículo, parte de la idea de utilizar planes de estudio modulares porque hacen del docente un investigador de su propia práctica educativa, donde el abordaje de los problemas concretos de la comunidad durante los procesos de aprendizaje en el aula, es primordial para la construcción de conocimiento (Pansza, Pérez, y Morán, 1986), puesto que la forma en cómo se construyen los contenidos de enseñanza depende de la visión de enseñanza del profesor bajo un modelo curricular especialmente constructivista (Bruner, 2018). Por tanto, a continuación, se aclaran los supuestos teóricos metodológicos del currículo para explicar las fuentes curriculares que guiarán la acción pedagógica en las instrumentaciones didácticas que se presentan para desarrollar el proyecto en la enseñanza de las ciencias para educación secundaria.

6.3 Supuestos teóricos metodológicos

Las fuentes curriculares guían el quehacer educativo para la construcción de una práctica docente acorde a los principios fundamentales de lo que se pretende lograr desde la visión de ciudadano y país que se pretende formar (SEP, 2011). El enfoque globalizador, que incluye la postura psicopedagógica, epistemológica y sociológica (Zabala, 1989), permite comprender integralmente

el currículo desde su carácter interdisciplinario (Pansza, 1987). Esto implica las fuentes del currículo que explican cómo enseñar con la pedagogía, cómo se aprende con la psicología, cómo se origina el conocimiento con la epistemología, y cómo se proyecta lo aprendido al mundo contextual con la sociología (Nieda y Macedo, 1997).

6.3.1 Postura pedagógica

Esta fuente suministra información sobre cómo se construye el conocimiento científico, es decir, se preocupa sobre cómo hacer que los alumnos adquieran las ideas sobre el funcionamiento de la naturaleza (Nieda y Macedo, 1997), puesto que aquí es donde se encuentra el sentido a las actividades de enseñanza, ya que esta visión propone cómo desde la visión de lo que significa la didáctica en la asignatura impartida, se lleva a cabo el proceso de construcción de significados de conocimiento (Zabala, 1989). Esto ayuda a que, cuando se enseñe cierto contenido en un contexto determinado, se organicen las actividades en un carácter participativo o sistémico, de acuerdo a la visión de lo que para el profesor significa aprender (Pansza, 1989).

Bajo la pedagogía, se asume el constructivismo: existe el planteamiento de problemas que no son lineales y cerrados, más bien se trataría de problemas abiertos y estimulantes, con diversas soluciones avocadas al interés de los alumnos (Díaz, 2006). Así es como se entiende por constructivismo, la postura pedagógica que asume el profesor frente al problema del aprendizaje, para hacer de la experiencia de enseñanza un proceso dialéctico y colectivo, asumiendo al alumno como una persona activa, reflexiva y participativa en su propio proceso (DelVal, 2014).

6.3.2 Postura psicológica

La postura psicológica hace referencia al proceso de aprendizaje (Pansza, 1987), que centra la atención en los procesos cognitivos de quien aprende. Es importante centrar la atención en este proceso, ya que, quien enseña regularmente se enfoca en lo que hará como docente, pero no en lo que harán los alumnos para aprender (Savater, 1997). Centrar el proceso de construcción de conocimiento en el aprendizaje, es hacer énfasis en los procesos psicológicos, lo cual se transforma en una postura constructivista por proponer al alumno en el centro del proceso de aprendizaje (SEP, 2017). En síntesis, esta fuente suministra información sobre cómo aprenden los alumnos (Nieda y Macedo, 1997), lo cual ayuda a configurar la práctica pedagógica de manera científica.

Por tanto, y siguiendo una línea constructivista, se asume como postura psicológica el aprendizaje significativo de corriente cognoscitivista que empata con las teorías sociocríticas (Zabala, 1987), que se siguen en la presente investigación. Se entiende desde la fuente psicológica del aprendizaje significativo de Ausubel que son importantes los conocimientos previos y su papel que tienen en la adquisición de la nueva información, donde la significatividad solo es posible en tanto se relacione el nuevo conocimiento con el que ya se posee (Nieda y Macedo, 1997). Así es como lo fundamental son las ideas previas de los alumnos para desequilibrarlas y hacer que se conflictúen con la intención de construir posturas de conocimiento científicas, a diferencia del conocimiento intuitivo que se posee en un primer momento.

6.3.3. Postura epistemológica

Una postura epistemológica es más una idea de cómo se origina el conocimiento, de acuerdo a la esencia de cada disciplina, si es una ciencia social, experimental o matemática. Según Zabala (1989), la postura epistemológica ayuda a conocer los instrumentos que aporta una ciencia en particular para codificar los modelos y métodos de las ciencias en su realidad y una decodificación de sus conocimientos para poder aplicarlos. Por algo Pansza, (1987), entiende que en el carácter interdisciplinario del currículo al aplicarse en proyectos educativos es importante la fuente epistemológica, a la que también llama teoría de construcción del conocimiento científico, puesto que, de acuerdo al enfoque que se asuma, existirán elementos de ordenación y secuenciación en función de la visión de conocimiento que se tenga.

Por tanto, para el presente proyecto se asume una fuente epistemológica dialéctica. El materialismo dialéctico, comprende el conocimiento como flexible, inacabado y dependiendo del contexto. Según Politzer (2014), son los fenómenos los que configuran las ideas y hacen pensar y obtener el razonamiento, mismo que está determinado por ser inacabado, porque no se llega a conocer cómo son realmente las cosas, solo se las conoce como se presentan en la realidad. Explicando esta idea sobre el materialismo, se dice que “el saber es un resultado de la interacción dialéctica entre el sujeto y los objetos de la realidad. El conocimiento objetivo se construye después de una ruptura con el conocimiento sensible y sensorial, a partir de criticar las apariencias” (Pansza, 1987). Además de implicar una relación histórica, situando el saber en el espacio y el tiempo, además de comprender el conocimiento de la forma más flexible posible.

6.3.4 Postura sociológica

La fuente curricular sociológica es importante porque hace referencia a la forma en que los alumnos son capaces de comprender e interpretar su realidad, así como valorar y tomar opciones para intervenir en ella, desde las situaciones problema que se les plantean en el aula (Zabala, 1989). La relación escuela – sociedad siempre está presente y es importante que se explicita porque la escuela no es una institución aislada, sino más bien se trataría de consolidar los contenidos a partir de lo social, para finalmente acabar impactando también en el ámbito sociológico del entorno en el que se encuentra inmersa (Pansza, 1987).

Nieda y Macedo (1997), abren la idea de la dependencia de la escuela con la fuente social, puesto que las formas socioculturales determinan los contenidos necesarios para ser asimilados; fuente curricular que se vuelve indispensable debido a que los contenidos se seleccionan y construyen de acuerdo a lo que se requiere para que los estudiantes sean miembros activos de la sociedad, ya que la educación sirve a fines sociales (Zabala, 2000). Bajo esta idea, se asume una postura sociológica humanista puesto que además de ser el enfoque del plan de estudios (SEP, 2022), explicita el poner frente a todo proceso, el aprendizaje del alumno en tanto ser individual inmerso en un contexto determinado. El enfoque humanista asume una postura moralizadora y transhistórica para comprender de forma integral al individuo (Pansza, 1987), por tanto, la importancia de construir la idea de sujeto activo inmerso en un marco temporal y contextual.

6.4. Presentación de resultados

Cabe recordar el problema objeto de estudio susceptible de ser investigado en la presente tesis: ¿Cómo construir aprendizajes significativos en la enseñanza de la física con estudiantes de educación secundaria? Dicho objeto de estudio agrupa las variables de aprendizaje significativo, cambio conceptual, y conflicto cognitivo, que conforman las acciones no educativas que se presentan para ser transformadas mediante el proyecto bajo la investigación–acción. Estas acciones no educativas se encontraron mediante autorregistros que se describieron, interpretaron, explicaron, justificaron y argumentaron. Se hicieron ensayos de primer, segundo y tercer nivel para encontrar acciones no educativas y posteriormente intervenirlas al elaborar instrumentaciones didácticas bajo un supuesto crítico, como se muestra en los anexos.

Es decir, una vez diseñada la primera instrumentación bajo el modelo de planes de estudio modulares por objetos de transformación, con la didáctica crítica, se aplicó para elaborar autorregistros de clase, recopilar fotografías, grabaciones audiovisuales, para recuperar los hechos relevantes de la práctica docente. Con las evidencias se describe tal cual suceden los hechos, para posteriormente interpretarlos de manera que se explique lo que está sucediendo en dicho autorregistro, para darle una explicación y justificación desde la teoría, y resolver el problema objeto de estudio. Así es como se modifican las acciones no educativas con la intervención de las instrumentaciones para dar solución al problema objeto de estudio, convirtiendo la práctica en educativa.

6.5 Duración del proyecto

Fechas: 29 de agosto – 18 de noviembre del 2022.

Contenidos:

Tema: El movimiento de los objetos.

Subtemas: a) Marco de referencia y trayectoria; diferencia entre desplazamiento y distancia recorrida. b) Velocidad: desplazamiento, dirección y tiempo. c) Interpretación y representación de gráficas posición-tiempo. d) La aceleración; diferencia con la velocidad. e) Interpretación y representación de gráficas: velocidad tiempo y aceleración tiempo.

Situación problema:

La maestra de educación física pretende llevar un equipo varonil y femenino a concursar en los relevos 4x100 en las XVI Olimpiadas de Atletismo de Escuelas Secundarias en Zacatecas. Las carreras se llevarán a cabo en Juchipila el 1 y 2 de octubre en la Unidad Deportiva. Para ahorrar dinero en gasolina quiere seleccionar el camino más corto. Además, habrá que encontrar quién es más rápido y veloz en una competencia para presentar pruebas de forma científica que deberán enviar a su correo, para comprobar la veracidad de los datos, seleccionando a los equipos que irán a las Olimpiadas. Se sugiere la realización de un plan de acción para organizar el trabajo, y la conformación de comisiones para completar la tarea. Finalmente habrá que hacer una presentación de los resultados a la comunidad escolar, donde por último se extienda de forma virtual.

Fechas: 22 de noviembre – 17 de marzo del 2023.

Contenidos:

Tema: La descripción de las fuerzas en el entorno.

Subtemas: a) Fuerza resultante, métodos gráficos de suma vectorial, b) Equilibrio de fuerzas; uso de diagramas.

Situación problema

Derivado de la pandemia del Covid-19, el Departamento de Virología del InDRE del Gobierno de México, pretende investigar el desplazamiento y la trayectoria con la que llegó el virus a México; además de la fuerza, la fuerza resultante, y la fuerza de atracción gravitacional del virus con las personas que están cerca; sustentando el trabajo en las leyes del movimiento. Se sugiere apoyarse de un plan de acción para organizar el trabajo, así como la creación de roles y comisiones, para finalmente presentarlo a la comunidad escolar.

6.6 Acciones generales de enseñanza

Para ambos temas, se les presentarán a los estudiantes videos sobre movimiento de las personas realizando diferentes actividades. A partir de ahí se llevará a cabo una competencia dividiendo al salón en dos equipos para que, mediante preguntas detonadoras, los estudiantes puedan responder qué encontraron en el video. Así se conocen sus ideas previas y lo que saben sobre rapidez, velocidad, y aceleración; no sin antes elaboren un análisis del tema y subtema. Posteriormente, con las respuestas que dieron, se proyectarán en el pizarrón sus ideas previas, para dejar en claro las respuestas que tenían.

Enseguida se les entregará un texto donde vienen las ideas científicas que son correctas y puedan contrastar lo que cada equipo contestó, coloreando de rojo y azul las ideas que tengan mal o bien respectivamente. Enseguida se hará un balance para identificar las ideas que son intuitivas no científicas, es decir, previas, y las que son científicas, y describirán en qué están mal y qué es correcto al comparar el texto con lo que respondieron.

Posteriormente se les presentará la situación problema, misma que se analizará dividiéndola en momentos. Luego se elaborará el plan de acción para terminar realizando las comisiones a manera

de equipos donde los estudiantes tendrán tareas específicas. Se pasará a investigar, experimentar y matematizar el fenómeno del movimiento de los objetos con la intención de resolver la situación problema que se les presentará. Al final, se deberán comunicar los resultados a los que llegaron mediante una presentación a la comunidad escolar. Enseguida se verá el cambio en las ideas previas, a ideas científicas, para finalmente presentar una evaluación del proceso.

7. ¿Cómo aprenden física los estudiantes de educación secundaria? Análisis de los resultados de la investigación

Al hacer uso de la teoría psicosocial, las situaciones problema deben estar planteadas desde el contexto del estudiante para que sean significativas (SEP, 2022), puesto que dichas situaciones problemáticas estimulan la reflexión del pensamiento (Jara, 2012). Así, los estudiantes resuelven los problemas desde su contexto, mejorando su cognición en tanto se potencia la inteligencia mediante el desarrollo de las habilidades del pensamiento (Ardila, 2011; Jara, 2012). Esto es importante recalcarlo, porque el punto medular de la presente tesis parte de la idea de que el conflicto cognitivo es la parte central de la metodología del cambio conceptual, y cuando se hace un uso adecuado de ésta, es probable la construcción de aprendizajes significativos.

El problema con el uso del cambio conceptual es que no solo es de conceptos, sino que se vuelve representacional en la medida que se modifican también procesos, actitudes y valores (Pozo y Flores, 2007). Por otro lado, el cambio, además de conceptual, también es metodológico (Pozo y Gómez, 2013). Los estudiantes en la medida que avanzan y modifican sus ideas previas, adoptan la metodología de trabajo conforme pasa el tiempo y resuelven las situaciones problema; sin embargo, esta adopción metodológica debe diferenciarse de la ciencia que hacen los científicos, con la ciencia escolar, ya que los alumnos no tienen ni el tiempo, ni los recursos para hacer ciencia, ni grandes investigaciones (SEP, 2006). Aun así, de esta manera logran consolidarse aprendizajes significativos.

Estos aprendizajes son significativos porque lo que aprenden los alumnos pueden trasladarlo a otro contexto; lo que aprenden en un dominio específico de la ciencia, les sirve ocasionalmente para llevarlo a otros dominios diferentes en los que fueron aprendidos. Por ejemplo, cuando aprenden sobre velocidad, esto ayuda a consolidar energía cinética, lo cual ayuda a interpretar el modelo cinético de partículas, secuencialmente. Esto tiene que ver con el aprendizaje significativo, puesto que se da en la medida que van modificando sus ideas previas para comprender el mundo de una manera científica, aunque cada uno de los estudiantes lo interprete de acuerdo a los esquemas mentales que posee (Meece, 2001).

Por tanto, la estructura en la presentación de los resultados, a diferencia del marco teórico, se prefiere abordar los resultados de la investigación analizando de lo particular a lo general,

conceptualizando primero las situaciones problema que, en palabras de Díaz, (2006), son problemas que vinculan el contenido a trabajar con problemas de la vida real. Estas situaciones se sustentan en el enfoque para la enseñanza de las ciencias denominado conflicto cognitivo que “trata de partir de las concepciones alternativas de los alumnos para, confrontarlas con situaciones conflictivas, y lograr un cambio conceptual, entendido como sustitución por otras teorías más potentes, es decir, más próximas al conocimiento científico” (Pozo y Gómez, 2013., p. 286).

Se está de acuerdo en que esta modificación cognitiva se representa por el lenguaje (según Piaget, 1957; Vygotsky, 1995; Jara, 2012; Meece, 2001; Perkins, 2000), donde la verbalización expresa nuevas formas cognitivas superiores de dominio. Es una evidencia de cómo se llega al cambio conceptual, puesto que, se sabe que existe un cambio en la medida que se expresan nuevas ideas por medio del lenguaje dependiendo el contexto de la situación, mismo que fue detonado por un conflicto cognitivo. Como argumenta Pozo y Flores (2007), el cambio conceptual se consolida cuando cambia la naturaleza de las representaciones de las estructuras conceptuales, y hace que los alumnos, además de verbalizar aspectos del mundo natural de forma científica, sus actitudes se vuelven diferentes, y las interpretaciones que dan son plausibles cuando tratan de dar una explicación de los fenómenos.

Por su parte, la construcción de aprendizaje significativo como teoría psicopedagógica (Nieda y Macedo, 1997), entiende el proceso de construcción de conocimiento en la medida que el nuevo contenido conceptual se relaciona de forma intencionada y explícita con las ideas previas de los estudiantes (Ausubel, 2019), haciendo uso de representaciones potentes y materiales significativos acordes a lo que el alumno ya conoce (Perkins, 2000). Por tanto, se expresa primero la forma en que se plantearon las situaciones problema, para posteriormente enfocar la mirada en cómo el sustento fue la metodología del cambio conceptual, finalizando en la idea de que el aprendizaje significativo se construye de manera efectiva cuando lo anterior se hace adecuadamente.

7.1 Conflicto cognitivo

Como se comentó, el conflicto cognitivo se concreta en la práctica por medio de una situación problemática, misma que debe partir de las ideas previas de los estudiantes, para que una vez conociéndose, se desequilibren y se estructuren mejores formas de representación mental. Además, se presenta enfocada al contexto de los estudiantes (Saint-Onge, 2000), porque esto hace que,

partiendo de los intereses y necesidades del educando, estén más motivados a resolver el problema (Díaz, 2006; Alonso, 1999).

A estas situaciones problema se les debe de acompañar de procesos de investigación reestructurados, puesto que solo se consolidan cuando hay una búsqueda constante por tratar de resolver el problema. Dicho problema presenta los contenidos que se pretenden modificar de forma explícita, así como tener claridad en las habilidades y actitudes asociadas a la ciencia que se espera desarrollar y modificar (SEP, 2011). Por otra parte, las situaciones problema se estructuran después de que se explicitaron y contrastaron las ideas previas, donde se haya hecho un balance para saber qué y por qué sus ideas son erróneas y no responden al conocimiento científico, aunque estos balances sean solo representativos, puesto que lo importante es conocer qué es lo que representa un balance, donde se contrastan las ideas previas con las ideas científicas.

Es importante que el planteamiento de una situación problema no se aborde de forma aislada, y que se pretenda que el hecho de plantearla por sí misma funciona como una forma de construcción de conocimiento. Más bien se trataría de una serie de elementos que la envuelven y la hacen funcionar. Puesto que es importante que una vez que se plantea a los alumnos, se destaquen aspectos importantes que pueden ser abordados con preguntas como ¿Cuáles aspectos no se entienden? ¿Cuáles variables les llaman la atención? ¿Cómo creen que deban resolver el problema con las ideas previas que poseen? ¿Con las ideas previas que tienen y no saben del tema cómo pretenden resolverla? ¿Cuáles actitudes se requieren poner en juego para hacer frente a resolver esta situación problema? Claro está que, de ser la primera vez que se plantee este tipo de situaciones, los estudiantes primero se preguntarán sobre qué es una situación problema, qué representa un problema, y qué pasa cuando resolvemos un problema con nuestras ideas.

Otra idea relevante, en el entendimiento de que las situaciones problema no deben plantearse de manera aislada, es que una vez planteada la situación, se debe elaborar un plan de acción. Los estudiantes identifican cuáles datos van a investigar para resolverla, se establecen actividades, tiempos, lugares y propósitos acordes con el análisis de las situaciones problema. El problema se socializa y puede hacerse de forma individual y después conjuntarse con otros planes de acción, o viceversa, hacerse en conjunto por equipos o entre todo el grupo para ser llevado a cabo por todos los alumnos; esto dependerá de qué tanto el profesor pretenda unificar el proceso de investigación de los alumnos hacia tareas más homogéneas o si toma la decisión didáctica de que el aprendizaje

sea individualizado, o quizá acotado a las características particulares de los estudiantes. Posteriormente, los estudiantes deben establecer roles y comisiones que les permitan organizar el trabajo para resolver el problema, con características particulares que expliciten y ponderen la solución al problema mediante la fase de investigación.

Así es como una situación problema es adecuada en tanto se desarrolle el siguiente proceso metodológico de planteamiento de situación problema: 1. Identificar las ideas previas que tienen los estudiantes respecto del tema a tratar. 2. Desequilibrar las ideas previas haciendo un balance para identificar qué conocimientos erróneos se poseen. 3. Plantear la situación problema tomando en cuenta las ideas previas. 4. Analizar la situación problema. 5. Elaborar un plan de acción para resolverla. 6. Organizar roles y comisiones.

La máxima de las situaciones problema, subyace en la idea que, al plantearlas, abonarán a la modificación de las ideas previas erróneas después del proceso de instrucción, de tal forma que se organizan para ser más plausibles con los esquemas de conocimiento científico del mundo natural. Desde la propuesta de Dewey (2010), se ha teorizado sobre la importancia de plantear problemas en el aprendizaje para reestructurar las conductas. Piaget (1957), explica que de un estado de conocimiento a otro más complejo depende del desarrollo, pero se puede adelantar cuando se plantean problemas a los niños y jóvenes. La misma idea la suscribe Vygotsky (1995), cuando explica que el aprendizaje se detona cuando el niño en interacción con el medio se conflictúa y resuelve los problemas que se le presentan con las estrategias y conceptos que posee.

Es sabida la importancia de problematizar el aprendizaje, puesto que de no existir problema no hay aprendizaje significativo, y entre más contextualizadas sean las situaciones problema, más interesantes, estimulantes y motivantes serán para los educandos. Además de que si hace dudar lo suficiente a los estudiantes para que no se sientan cómodos con lo que saben y ya no pueden explicar los fenómenos naturales con sus esquemas mentales, será difícil que regresen sus ideas erróneas, aunque como menciona Pozo (2007), los cambios no son radicales, y las ideas que poseen no necesariamente suplantán a las anteriores, sino que coexisten y se rescatan dependiendo de la situación que lo demande. Por tanto, la siguiente situación problema, donde su instrumentación se encuentra en el anexo uno de esta tesis, expresan las ideas anteriores, y se explica cómo es que el conflicto cognitivo se hace posible en la medida que se lleve a cabo un proceso planeado didácticamente, y explícito para los alumnos.

Situación problema:

La maestra de educación física pretende llevar un equipo varonil y femenino a concursar en los relevos 4x100 en las XVI Olimpiadas de Atletismo de Escuelas Secundarias en Zacatecas. Las carreras se llevarán a cabo en Juchipila el 1 y 2 de octubre en la Unidad Deportiva. Para ahorrar dinero en gasolina quiere seleccionar el camino más corto. Además, habrá que encontrar quién es más rápido y veloz en una competencia para presentar pruebas de forma científica que deberán enviar a su correo, para comprobar la veracidad de los datos, seleccionando a los equipos que irán a las Olimpiadas. Se sugiere la realización de un plan de acción para organizar el trabajo, y la conformación de comisiones para completar la tarea. Finalmente habrá que hacer una presentación de los resultados a la comunidad escolar, donde por último se extienda de forma virtual.

Para el caso de la presente situación problema, los conceptos que se trabajaron eran referentes a trayectoria, desplazamiento, rapidez, velocidad, y aceleración que corresponden al tema de movimiento de los objetos. Las ideas de los estudiantes partían de la física intuitiva, donde alguien es más rápido o veloz debido a características biológicas, lo cual es una idea previa bastante acentuada por los educandos en educación secundaria y que representa un problema (Bravo, 1997; y Koyré, 2009). Cuando dicen que alguien tiene más velocidad, se lo atribuyen a que es más grande o fuerte, o que es varón, de igual manera cuando explican cómo es que alguien pueda acelerar más que otro de sus compañeros, lo justifican debido a que es una persona más atenta con mejores reflejos o fuerte de las piernas. Con estas ideas, se estableció la situación problema, donde la intención era ir a una competencia en el Estado de Zacatecas, desde el municipio de Jerez al de Juchipila.

Esta problemática está enfocada a modificar dichas ideas previas, desde las características físicas, es decir, desde los principios fenomenológicos que ayudan a comprender de una mejor manera el funcionamiento del mundo (Hessen, 1993), abordados como objetos de conocimiento. Una vez que se identificó de dónde provenían las ideas previas de los alumnos, respecto de movimiento, y se identificó dónde estaba el problema en sus ideas previas, se procede a la planificación de la situación problema.

La situación problema no es un aspecto que deba surgir del invento o como una actividad espontánea de parte del profesor, donde tras una reflexión simplista, planteé un problema por el hecho de que al hacerlo las teorías dicen que debe hacerse. Más bien, cuando se presentan las ideas previas de los alumnos, se encuentra de dónde provienen, y la explicación que ellos dan a los fenómenos naturales a partir de estas (Monereo, 1994), debemos encontrar un problema en el contexto más próximo al alumno que puede ser una idea hipotética o real que sea una verdadera situación didáctica (Díaz, 2006), al considerar las dificultades que se producen en el contenido.

Se recupera la situación problema, el desafío que subyace en los concursos de atletismo radica en que no se sabe a quién llevar a competir o concursar; es una tarea que se deja por medio del conocimiento empírico a los maestros de educación física, quienes seleccionan a los que deben competir para los deportes entre escuelas secundarias. Esto es adecuado la mayoría de las veces, ya que parten del conocimiento experiencial recabado que poseen a lo largo de los años, y la recomendación de entre los alumnos, para asegurar llevar a los mejores. Sin embargo, lo que se trata con la situación problema es hacer este proceso científico de forma explícita. Por tanto, la situación problema se planteó de tal manera que al analizarse quedara claro lo que pedía. En el siguiente autorregistro se expresa cómo se comenzó el análisis de la situación problema, desde su planteamiento, hasta su primer análisis.

Mo. Con las ideas previas que tenemos, y todo lo que no sabemos, y nos falta por aprender, se nos presenta la siguiente situación problema, ¿quién me ayuda a leerla por favor?

Ao. Yo.

Mo. Adelante.

/El estudiante lee la situación problema/

Mo. ¿En alguna otra clase o cuando estaban en primer año se les había planteado una situación problema?

Aos. No.

Mo. ¿Qué será una situación problema? ¿O qué será un problema?

Aa. Algo que debemos resolver.

Mo. Exacto. /Se anota en el pizarrón/ Algo que debemos resolver. ¿Alguien más?

Ao. Algo que se nos presenta.

Mo. Muy bien. Es eso exactamente, así como lo dicen, algo que se nos presenta y debemos resolver.

Mo. Oigan, ¿y por qué no nada más seguir con el tema y listo? ¿Por qué resolver esta situación problema?

/Hay un silencio en el aula/.

Mo. Sí. O sea, es algo que tenemos que resolver que se nos presenta a nosotros, pero de manera general, ¿para qué creen que sea una situación problema.

Ao. Para aprender.

Mo. Exacto, porque al resolverla nos ayuda a aprender. Oigan, ¿y cómo son sus ideas previas?

Aa. Pues están mal.

Mo. ¿Entonces para qué más nos ayudará?

Aa. Para estar bien.

Ao. Para mejorar nuestras ideas previas.

Mo. Exactamente, para que nuestras ideas previas se hagan científicas y poder mejorarlas. (Lo dice el maestro mientras hace una flecha de ideas previas a ideas científicas).

Mo. Okay. De la situación problema, vamos a subrayar lo que les llama la atención con negro, a encerar con rojo lo que no saben, y con azul vamos a remarcar lo que si saben. Empezamos por dónde ustedes quieran.

Ao. Me llama la atención las Olimpiadas de Atletismo.

Mo. Excelente, ¿alguien más?

Ao. Yo no sé dónde queda la Unidad Deportiva de Juchipila.

Mo. Muy bien.

Aa. Qué son los relevos 4x100.

Mo. ¿Eso no sabemos, o te llama la atención?

Aa. No sé qué es.

Aa. Tampoco sé cómo hacer un plan de acción.

Ao. Me llama la atención cómo vamos a hacer los equipos.
 Mo. Muy bien. /Subraya de negro la conformación de equipos/.
 Ao. Profe, ¿pero esto es cierto o es como inventado?
 Mo. ¿Lo de ir a concursar o qué?
 Ao. Sí, o sea, concursar y mandar pruebas a los correos a la maestra y eso.
 Mo. Sí, todo es cierto. Pero solo podemos ir a la competencia si terminamos la situación problema a tiempo. ¿Algo más que no sepan, les llame la atención o que sí sepan de qué trata?
 Ao. Cómo vamos a mandar las pruebas a los correos.
 Aa. Con el correo institucional, pero yo no me acuerdo de mi contraseña.
 Mo. Exacto, habrá que mandar correo a la maestra una vez que terminen para que ella pueda ver los resultados y así elegir quiénes irán. Oigan, ¿y ya saben seleccionar el camino más corto?
 Aos. No.
 Aa. No sabemos, o bueno nos llama la atención ver quién es más rápido o veloz.
 Ao. Pues ya sabemos. /Menciona a los alumnos que cree son más rápidos/.
 Mo. ¿Por qué lo dices?
 Ao. Porque ya los he visto correr y les ganan a todos los de aquí del salón. Bueno, de otros grupos o de la escuela no, pero sí del salón.
 Mo. Okay, entiendo. Pero bueno, solo veremos quién es más rápido y veloz de aquí de su grupo.
 ¿Algo más?
 Ao. Comprobar la veracidad de los datos.
 Mo. ¿Eso qué?
 Ao. Me llama la atención.
 Ao. Lo de ahorrar dinero en gasolina también.
 Mo. Excelente. Quizá pudiera ser todo. Pero nos falta una cosa. Véanla.
 Aa. Lo de presentarla de forma virtual.
 Mo. Exacto, que por cierto les voy adelantando que la deberán presentar en las Jornadas Nacionales de Física en una transmisión en vivo. Pásenla a su libreta por favor.

Los alumnos comienzan diciendo que les llama la atención lo de las olimpiadas, y que no saben dónde queda la Unidad Deportiva de Juchipila, además de que no saben qué son los relevos en atletismo. Ni saben cómo hacer un plan de acción, pero enseguida destacan que les llama la atención hacer equipos. Se nota que los educandos piensan que es una situación problema hipotética, y pregunta respecto si es cierto el problema; a lo que se les responde que sí, de terminarla a tiempo podrán ir a las olimpiadas. Pero les llama la atención además cómo mandar pruebas a los correos, pero entre los mismos alumnos destacan la idea de que van a hacerlo mediante el correo institucional, pero una alumna dice no recordar su contraseña. El profesor pregunta por el camino más corto, pero desconocen, respondiendo que no saben de ello.

Al continuar dicen que sí saben quiénes son los alumnos más rápidos y veloces, porque los han visto, donde el profesor destaca que solo se verá del grupo, no de toda la escuela por la duda que tiene un alumno. Los estudiantes pasan a decir que lo de la gasolina y la veracidad de los datos les llama la atención. Finalmente, el profesor destaca que falta algo, y los alumnos hacen alusión en presentarla, por lo que se les responde que la deberán dar a conocer en las Jornadas Nacionales de Física (dichas Jornadas, son espacios de divulgación de la ciencia, donde se construye diálogo con

la sociedad, es una iniciativa de la Sociedad Mexicana de Física, con apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología). Una vez que se analiza la situación problema de esta forma, a los alumnos se les pide que la pasen a su libreta para que la tengan presente, y se lee en voz alta para destacar lo que les llama la atención, lo que desconocen, y lo que creen saber.

Como se observa en el fragmento de autorregistro llevado a cabo con el grupo de segundo año “D”, durante la clase del siete de septiembre del 2022 a las 8:20 de la mañana, el profesor plantea la situación problema, pero les pregunta sobre cómo conceptualizan lo que es una situación problema, a lo que los alumnos mencionan que es algo que se les presenta y deben resolver, por lo cual el docente les pregunta que si tiene alguna otra funcionalidad un problema, entonces los estudiantes mencionan que para aprender y modificar sus ideas previas. El profesor esto lo anota en el pizarrón, y posteriormente pone a un alumno a leer la situación problema, enseguida les comenta que subrayará, encerrará y remarcará con distintos colores lo que les llama la atención, lo que no saben, y aspectos que si conocen de la situación problema.

Lo que les llama la atención se centra en ir a concursar a las olimpiadas de atletismo llevando un equipo varonil y femenino, ahorrar dinero en gasolina, seleccionar el camino más corto, cómo van a comprobar la veracidad de los datos, y la manera en que lo extenderán de forma virtual. Las cosas que no saben, es dónde queda el municipio de Juchipila y cómo seleccionar el camino más corto hasta llegar allá, además no conocen cómo hacer un plan de acción, ni la forma en que se presentará a la comunidad escolar para extenderlo de forma virtual, tampoco qué son los relevos 4x100 en atletismo. Lo que sí dicen saber es la forma en que se conformarán los equipos. Por lo que la situación problema quedó de la siguiente manera:

___ Lo que les llama la atención.

[...] Lo que no saben.

(...) Lo que dicen que saben.

Situación problema:

La maestra de educación física pretende llevar un equipo varonil y femenino a concursar en los [relevos 4x100] en las XVI Olimpiadas de Atletismo de Escuelas Secundarias en Zacatecas. Las carreras se llevarán a cabo en [Juchipila el 1 y 2 de octubre en la Unidad Deportiva]. Para ahorrar dinero en gasolina quiere [seleccionar el camino más corto]. Además, habrá que encontrar [(quién es más rápido y veloz)] en una competencia para presentar pruebas de forma científica que deberán [enviar a su correo], para comprobar la veracidad de los datos, seleccionando a los equipos que irán a las Olimpiadas. Se sugiere la realización de un plan de acción para organizar el trabajo, y la

(conformación de comisiones) para completar la tarea. Finalmente habrá que hacer una [presentación de los resultados a la comunidad escolar], donde por último [se extienda de forma virtual].

Es así como se comienza el análisis de la situación problema, puesto que de plantearse y dejar que la resuelvan conforme el docente los va dirigiendo de forma estructurada, solo conseguirá que los estudiantes la abandonen al tratar de darle solución por no entenderla. Así, cuando el profesor parte de las ideas que tienen los alumnos, se explicita su conocimiento sobre lo que entienden por una situación problema, pero, además, los orienta para que tengan claros los propósitos que se pretenden lograr al resolverla, lo cual les ayudará a internalizar de mejor forma la tarea y comprender lo que se pide dentro del problema. Por otro lado, cuando destacan lo que les llama la atención, lo que no entienden y lo que sí saben, ayuda a retomar los aspectos centrales de la situación problema y a cuestionarse sobre las preguntas para analizarla.

Este tercer paso para comprender las situaciones problema no es solo plantearlas, sino que requiere un proceso metodológico estructurado, donde el profesor guíe a los estudiantes y los oriente para hacer propio el problema. Se nota que el docente se da cuenta de que faltan aspectos importantes por destacar, pero rescata los aspectos principales cuando ve que están centrando su mirada en otras características. Por ejemplo, cuando hablan sobre saber quién es más rápido y veloz, lo hacen desde su conocimiento empírico; es necesario hacerles ver que es adecuado, solo que ahora se hará de forma científica, puesto que no se pueden quedar con lo que han visto si no hay nada que lo respalde. Otra forma de guiarlos es cuando se les da pequeñas pistas interesantes a las dudas que tienen, lo que hace que se interesen por querer dar solución a lo que los conflictúa.

Piensan que puede ser o no cierto lo de la competencia de relevos, o dudan sobre cómo mandar las pruebas al correo del profesor, también se preguntan sobre la forma en que lo presentarán de forma virtual, por tanto, se les va aclarando cada uno de esos aspectos para que tengan más claridad sobre lo que harán, en lugar de dejarlo de lado y comentar que será algo que se abordará después. Analizar los problemas científicos es tan importante al comenzar a resolverlos, como el proceso de solución en sí mismo (AAAS, 1997). Por eso la necesidad de partir de cómo entienden lo que es un problema, y que destaquen lo que les interesa del mismo.

Existen niveles de comprensión de los fenómenos, y si se plantea una situación problema sin darles pistas sobre lo que deberán hacer dejando a los alumnos con la duda, lo más probable es que abandonen la tarea, porque en sentido estricto hay que llevarlos a un nivel epistémico y de claridad

en la investigación (Perkins, 2000), ya que solo así estarán convencidos de lo que tienen que hacer para resolverlo. En esta primera etapa, las orientaciones que se hacen y el análisis factual del problema, abonan a la comprensión, que llevaría a la modificación de las ideas previas para lograr aprendizajes significativos, que es lo que se espera de ellos (Pozo y Flores, 2007). Las primeras representaciones que se forman sobre los fenómenos cuando el nuevo contenido aparece son de suma importancia para modificar sus ideas previas (Monereo, 1994; Ausubel, 2019), por tanto, la necesidad de construir una buena primera relación con las situaciones problema.

Se recuerda que el planteamiento de los problemas suele ser a menudo más importante que la solución del mismo (Ardila, 2011). Tiene más peso la idea de que un buen problema nos conlleva a cuestionar adecuadamente lo que se pretende conocer; por el contrario, una investigación que está mal enfocada porque la situación problemática que se plantea no está bien encausada a los propósitos didácticos que se pretenden lograr, carece de sentido porque los temas no se abordarán adecuadamente, ya que están inmersos dentro de la misma. Por tanto, cuando ya se explicitó de forma adecuada dicho problema, se pasó a su análisis secundario, no porque esté en segundo nivel o en uno más bajo, sino porque secuencialmente podemos decir que, con lo anterior, se debe pasar a analizar la situación problema para que los estudiantes la interioricen. En el siguiente fragmento de autorregistro se nota cómo se continúa analizando la situación problema, después de haber identificado en ella los aspectos más relevantes.

Mo. Muy bien, ya que tienen esta situación problema en su libreta, vamos a analizarla. ¿Qué piensan sobre la palabra análisis? ¿Qué se les viene a la mente cuando la escuchan?
Mo. Análisis, ¿qué opinan?
Aa. Es como reflexionar sobre algo.
Ao. Espéreme, es algo así como pensar en algo. Así como, si pues, analizarlo.
/Algunos alumnos se ríen/
Mo. /Ríe un poco/. Exacto, pero entonces, imagínense que tenemos algo completo /Dice mientras dibuja un cuadrado/, yo quiero analizarlo, entonces lo divido en partes.
Ao. Entonces es como hacer más chico algo.
Mo. Sí, para poder estudiarlo. Como por ejemplo el cuerpo humano, es un todo, pero se divide en sistema respiratorio, sistema circulatorio, sistema digestivo, sistema nervioso, etc., porque se pretende fragmentar para poder estudiarlo.
Ao. Entonces sería fragmentarlo.
Mo. /Anota la palabra en el pizarrón/ Exacto, es fragmentar algo en cada una de sus partes para poder entenderlo. Entonces, ¿cómo se les ocurre que comencemos a analizar la situación problema?
Aa. ¿Por partes?
Mo. Bien, quiere decir que tenemos que encontrar sus partes. Véanla, léanla, ¿cuáles serán sus partes? Ya que la tienen en su libreta, es necesario que la dividan en momentos para poder estudiarla, así que, con colores, divídanla según crean ustedes las partes que tiene.
Aa. ¿En cuántas partes?
Ao. Las que tú quieras.
Mo. Exacto, las que creas necesarias. Háganlo por favor.

El profesor espera a que todos tengan la situación problema en su libreta, e indaga sobre la idea que tienen respecto de la palabra análisis, a lo que los estudiantes responden que un análisis es cuando se analiza, cuando se reflexiona sobre algo, o pensar sobre algo. El profesor hace una imagen en el pizarrón con una figura geométrica y la divide, a lo cual los estudiantes comentan que es hacer algo más chico. Así, el docente plantea una analogía con el cuerpo humano que hace alusión a los diferentes sistemas que se estudian para poder analizarlo, culminando como la palabra fragmentar, lo cual utiliza un alumno para decir que entonces un análisis es fragmentar algo. Esto enfoca a que el docente diga que entonces se debe fragmentar la situación problemas, para dividirla por partes como comenta una estudiante. El docente finaliza diciendo que entonces se deben encontrar sus partes, y hace la pregunta sobre cuáles serán sus partes, para que lean la situación problema y la dividan por colores, generando la duda de cuántas partes, pero entre los estudiantes dicen que las que sean necesarias, y se ponen a hacerlo con la indicación del docente.

Se nota cómo el profesor sabe que es la primera vez que a los estudiantes se les presenta el análisis de una situación problema, o una situación problema como tal, por tanto, antes de comenzar su análisis de manera formal se indaga sobre la palabra análisis, puesto que el profesor pretende que los alumnos tengan claridad sobre lo que se les pedirá con un sentido de reflexión, no solo por el hecho de tener que hacerlo de manera mecánica o porque el docente lo impone (SEP, 2006; 2011; 2017; 2022). Esto abona a que la tarea aclare los conceptos y sea más adecuado y consciente el proceso de construcción de significados (Zabala, 2000; Saint-Onge, 2000). Parecería algo simple, decirles lo que es un análisis y lo que deben hacer; sin embargo, la reflexión sobre el concepto y la intención del para qué se utiliza, interiorizan el significado para poder completar la tarea de forma inteligente (Perkins, 2000).

Por eso cuando se utilizan analogías o algunos ejemplos para conceptualizar y se toman en cuenta las ideas que ellos tienen, para orientar hacia el propósito que se pretende lograr didácticamente, los educandos se convencen de que lo que saben puede ayudar a completar la tarea, lo que hace factible la solución (Saint-Onge, 2000). También es importante que la situación problema se analice por momentos, para poder fragmentarla y estudiarla en cada una de sus partes. Cuando los estudiantes la estudian de esta manera, la comprenden de forma integral y es probable que la internalicen aún más respecto del primer análisis que se elaboró. Esta parte es importante porque una vez que la dividen en momentos, se analiza y se sistematiza por colores, lo que genera una

representación potente que abona al entendimiento (Perkins, 2000; Ausubel, 2019). Por tanto, siguiendo con este proceso de análisis, en el siguiente fragmento de autorregistro se nota cómo es que se conceptualiza y se termina por aprehender el problema.

Mo. Veamos, ¿cuántos momentos encontraste?

Aa. Cinco.

Mo. Bien, ¿y usted?

Aa. Yo encontré seis.

Mo. Excelente. Levante la mano quién encontró cinco o seis. /Observa el docente/ Okay, muy pocos. ¿Quién encontró menos de esos?

Aa. Yo.

Mo. ¿Cuántos?

Aa. Tres.

Ao. Yo también tres.

Mo. Bien, ¿alguien más?

Ao. Yo también tres.

Mo. Excelente, a ver, déjame ver. /Un alumno le muestra cómo coloreó con su libreta/ Bien. Entonces, cada uno de ustedes encontró diferentes momentos, lo cual es bueno porque refleja cómo entienden la situación problema. Pero veamos. El primer momento es desde “la directora” /Dice mientras pone una diagonal ‘/’ antes de la palabra/, ¿hasta dónde creen?

Aa. Hasta Zacatecas.

Mo. ¿Hasta Zacatecas? ¿Qué piensan los demás?

Aa. Sí, hasta Zacatecas.

Mo. Por allá, ¿qué le pusieron?

Ao. Yo puse que hasta ahorrar dinero en gasolina.

Ao. Yo hasta las concursar en los relevos.

Aa. Yo hasta seleccionar el camino más corto.

Mo. Si lo leemos, el primer corte o la parte de introducción es como nos dijo su compañera, hasta el camino más corto. /Lo dice mientras pone una diagonal/. Entonces, ¿el siguiente momento hasta dónde será?

Aa. Entonces yo lo tengo mal profe.

Mo. No, al contrario, todos están bien, porque así lo entienden, pero las situaciones problema tienen una fase de inicio, desarrollo y cierre, entonces hasta aquí es el inicio. Y de aquí comienza el desarrollo. Desde “cómo tendrán un viaje”, ¿hasta dónde?

Aa. Hasta “los equipos que irán a las olimpiadas”.

Mo. Exacto, las personas que irán a las olimpiadas, ya ven, si le han entendido. Entonces, ¿de dónde a dónde será la parte de cierre?

Ao. Desde se sugiere hasta forma virtual.

Aa. Sí, hasta virtual.

Mo. Muy bien, y esos serían sus tres momentos, de inicio, desarrollo y cierre, por lo que les debió quedar de esta manera, u otra, pero entre más la fragmenten no es muy adecuado porque no tiene tantos momentos. Ahora, vamos a hacer el análisis con el siguiente cuadro.

/El profesor deja la situación problema en el pizarrón, y propone un cuadro para su análisis en el pizarrón/.

Situación problema:

La maestra de educación física pretende llevar un equipo varonil y femenino a concursar en los [relevos 4x100] en las XVI Olimpiadas de Atletismo de Escuelas Secundarias en Zacatecas. Las carreras se llevarán a cabo en [Juchipila el 1 y 2 de octubre en la Unidad Deportiva]. Para ahorrar dinero en gasolina quiere seleccionar el camino más corto. Además, habrá que encontrar [(quién es más rápido y veloz)] en una competencia para presentar pruebas de forma científica que deberán [enviar a su correo], para comprobar la veracidad de los datos, seleccionando a los equipos que irán a las Olimpiadas. Se sugiere la realización de un plan de acción para organizar el trabajo, y la (conformación de comisiones) para completar la tarea. Finalmente habrá que hacer una [presentación de los resultados a la comunidad escolar], donde por último [se extienda de forma virtual].

Mo. Vean la siguiente tabla que se nos presenta para analizar la situación problema. ¿Le entienden a lo que van a poner?

Ao. En momentos ¿qué va?

Mo. Cada uno de los momentos que ustedes encontraron.

Ao. Pero ahí dice que solo tres.

Mo. Por eso son los puntos suspensivos, para que anoten los que les faltan.

Ao. Ah, muy bien.

Mo. ¿Qué irá en la parte de “qué nos pide”?

/Hay silencio en el grupo/

Mo. ¿Qué se pueden imaginar que podemos poner en esa parte?

Ao. Pero a ver, ¿Cómo entiendo qué?

Mo. Sí, como entienden los momentos.

Ao. Pues la forma en que entendemos los momentos. /Dice con voz titubeante/.

Mo. Exacto. Miren, en la parte de momentos, van a pasar tal cual el momento que tienen, los tres o siete que tienen, después en qué nos pide cada momento, debemos poner punto por punto lo que nos pide la situación problema, una lista, por ejemplo, para el primero momento “llevar un equipo varonil y femenino a concursar”, y así cada uno, de las que estén aquí, o también pueden extenderse si creen que pide cosas que aquí no están. Y en cómo lo entiendo, pues ahí van a escribir con sus propias palabras cómo entienden lo que les pide, es decir, si les pide esto /haciendo referencia a llevar al equipo varonil y femenino/ entonces deben poner que deberán llevar a concursar en las olimpiadas a los más rápidos o como ustedes le entiendan.

El docente comienza preguntando por los momentos que encontraron los estudiantes, a lo que algunos comentan que cinco, seis, tres, entre otros. Pide a un alumno que le deje ver cómo coloreó, para recalcar que es bueno que cada uno haya encontrado distintos momentos, porque la entienden de diferente forma, para pasar a seleccionar los momentos de inicio, desarrollo y cierre. Se ve que muchos comprenden el primer momento desde donde comienza la situación problema, hasta “Zacatecas”, “ahorrar dinero en gasolina”, o “concurrir en los relevos”. Se espera la respuesta: “seleccionar el camino más corto”, con la cual el docente la retoma para decir que el primer momento quedaría desde “La maestra de educación física – el camino más corto”. Una estudiante comenta tenerla mal por no poner lo que tiene el profesor, pero se le recuerda que no es así, pues cada uno pudo encontrar distintos momentos.

Así, el segundo momento se indaga sobre las ideas que tienen, quedando el momento “además – los equipos que irán a las olimpiadas”. El docente reconoce que no es inadecuado, a la alumna que menciona estar mal porque no la tiene dividida como menciona el profesor. Entonces alude que las situaciones problema tienen una fase de inicio, desarrollo y cierre. Se finaliza diciendo que el momento de cierre es desde “Se sugiere – forma virtual”. Así es como destaca el profesor que esas son las fases, aunque pueden tener otras, y que el fragmentar mucho la situación problema no es adecuado, pero de entenderla de esa forma, así deben dejarla. Posteriormente, les plantea el maestro un esquema para analizar la situación problema, donde les comenta que vean la Tabla 8, y con la duda de un estudiante preguntando qué se pone en cada cuadro, el maestro les comenta que los

momentos, por lo que duda un estudiante de si son los momentos que se destacaron en el pizarrón, a lo cual se responde que depende de los que tiene cada quien.

Tabla 8

Esquema para analizar las situaciones problema

Análisis de la Situación Problema		
Momentos	¿Qué nos pide?	¿Cómo lo entiendo?
...		

Nota: Es de elaboración propia.

Se aclara al final del análisis que, en la parte de lo que pide cada momento, va un puntero que enlista los aspectos principales de cada apartado, dejando explícitas las intenciones que cada apartado pide. Al final se destaca, una vez elaborado este puntero, cómo entienden lo que les pide con sus propias palabras, cada momento. Se da un ejemplo con la primera parte de la situación problema, y se les pide a los estudiantes que comiencen a elaborarlo. Como ya se mencionó anteriormente, antes de pasar a hacer de forma procedimental un proceso por el mero hecho de hacerlo, es necesario que los estudiantes clarifiquen explícitamente las intenciones junto con el profesor (Saint-Onge, 2000).

Por tanto, es importante que lean la manera en que comprenden la situación problema para ver en cuántos momentos la dividieron para su análisis e ir construyendo en conjunto las nociones didácticas para alcanzar los objetivos propuestos entre el docente y el alumno (Bruner, 2018). Con esto se destaca la importancia de que el maestro tome las ideas que tienen los estudiantes sobre la forma en que entienden el problema, y cómo dividirlo por momentos, para concretar que existe una fase de inicio, otra de desarrollo como parte medular, y finalmente el cierre.

Esto ayuda a establecer las bases para plantear un esquema que ayude a analizar la situación problema. Una vez separados los momentos, para proponer qué dice cada momento y analizar o fragmentar aún más la situación problema, y exponer con sus propias palabras como lo entienden, ya que la verbalización del contenido con este último paso es importante para que clarifiquen lo que representa para ellos cada aspecto que pide la situación problema (Ardila, 2011). Por otro lado,

se les recuerda que en análisis de los problemas es importante por varias cuestiones, específicamente se puede decir que desde el adecuado análisis se estructuran los elementos principales que guiarán la investigación para resolverlo y modificar las ideas previas. Su importancia, según (Saint-Onge, 2000., p. 110), puede verse cuando se sabe que:

El proceso para resolver problemas arranca necesariamente del planteamiento del mismo [...] Esto exige que se concrete qué elementos están presentes y qué interacción se da entre ellos [...] La utilidad primordial del planteamiento es desprender la memoria de trabajo de una gran cantidad de información por tratar. Al vincular las informaciones a categorías o enunciados, el número de elementos para tratar se reduce.

Así, desde un inicio se pretende establecer un problema con claridad para conocer sus elementos principales y tenerlo desde un planteamiento abierto, flexible, dinámico y democrático donde la solución es una construcción colectiva (SEP, 2006), priorizando las características cualitativas con la comprensión integral de fenómeno (SEP, 2011), ya que es más importante que la simple matematización. Sin embargo, como mencionan Pozo y Gómez (2013), en las escuelas se confunde el concepto de problema y se piensa que es un planteamiento cerrado de forma algorítmica donde la solución matemática, los ejercicios mecánicos y descontextualizados de la realidad de los estudiantes, constituyen fuente de saber. Por tanto, aclarado lo anterior, a una alumna tras este proceso, dejó su análisis de la situación problema como se muestra en la Tabla 9:

Tabla 9

Análisis de la situación problema por una estudiante de física

Análisis de la Situación Problema		
Momentos	¿Qué nos pide?	¿Cómo lo entiendo?
La maestra de educación física <u>pretende llevar un equipo varonil y femenino a concursar en los [relevos 4x100] en las XVI Olimpiadas de Atletismo de Escuelas Secundarias en Zacatecas.</u> Las carreras se llevarán a cabo en [Juchipila el 1 y 2 de octubre en la Unidad Deportiva]. Para <u>ahorrar dinero en gasolina</u> quiere <u>[seleccionar el camino más corto]</u> .	<ul style="list-style-type: none"> * Llevar un equipo varonil y femenino a concursar. * Participar en las XVI Olimpiadas de Atletismo de las Secundarias de Zacatecas. * Concursar en los relevos 4x100. * Saber dónde está la unidad deportiva de Juchipila. * Ahorrar dinero en gasolina. * Seleccionar el camino más corto. 	<p>Entiendo que debemos ir a competir a las Olimpiadas de Atletismo viendo quién es más rápido y veloz en una competencia para poder ir a concursar a otra escuela. Debemos irnos por el camino más corto y ahorrar dinero en gasolina y así ver cuál es el mejor camino. Debemos ganar en esas Olimpiadas llevando a los mejores para que vayan a concursar.</p>

<p>Además, habrá que encontrar [(quién es más rápido y veloz)] en una competencia para presentar pruebas de forma científica que deberán [enviar a su correo], para <u>comprobar la veracidad de los datos</u>, seleccionando a los equipos que irán a las Olimpiadas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> * Ver quién es más rápido. * Saber quién es más veloz. * Competir para ver quién es más rápido y veloz. * Hacerlo de forma científica. * Mandar pruebas a los correos. * Comprobar la veracidad de los datos. * Seleccionar equipos. 	<p>Entiendo que debemos ver quién es más rápido o más veloz pero de forma científica porque esto nos ayudará a que vayan los mejores a competir, y la directora quiere que le mandemos las pruebas para ver sí es cierto, y así hacer equipos varonil y femenil para que vayan al concurso.</p>
<p>Se sugiere la realización de un plan de acción para organizar el trabajo, y la (conformación de comisiones) para completar la tarea. Finalmente habrá que hacer una [presentación de los resultados a la comunidad escolar], donde por último [<u>se extiende de forma virtual</u>].</p>	<ul style="list-style-type: none"> * Elaborar un plan de acción. * Organizar el trabajo. * Conformar equipos. * Completar la tarea. * Hacer una presentación a la comunidad escolar. * Extenderla de forma virtual. 	<p>Debemos organizarnos para poder hacer las cosas bien, como hacer un plan y trabajar en equipo para poder terminar y debemos presentar los resultados a las personas para que nos crean.</p>

Nota. Fue tomado como ejemplo del cuaderno de una estudiante.

Se observa como la estudiante tiene noción de lo que se espera que hagan para resolver la situación problema, se recuerda que esto ayudará para consolidar el plan de acción que permite organizar el trabajo de forma satisfactoria. Además de ser una extensión de la comprensión de la situación problema, es una forma de entender la manera en que llevará a cabo el proceso de investigación.

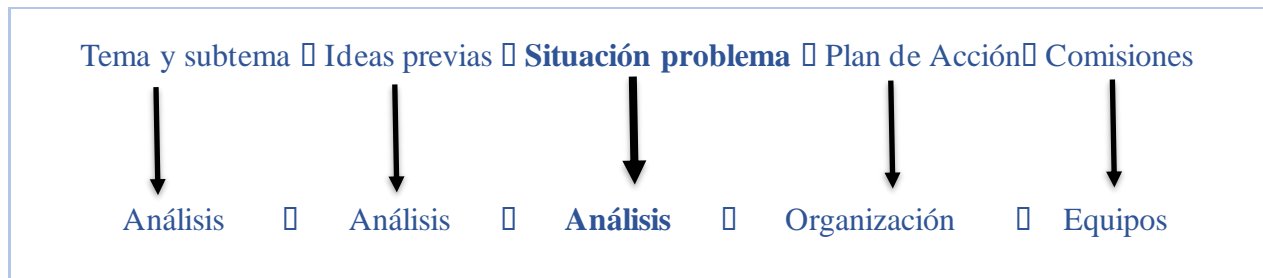
Este análisis de las situaciones problema, además de permitir comprender la situación problema para internalizarla y no abandonarla porque no se le entiende, o no se logra entender sus propósitos para identificar qué es lo que se espera que hagan los estudiantes, ayuda a consolidar el plano para investigar, experimentar y matematizar, lo cual es un aspecto fundamental que se plasma en el denominado plan de acción: aspecto organizacional que ayuda a estructurar las actividades para dar solución al problema planteado.

Por otro lado, una vez que se tiene la situación problema analizada, es importante leerla, para que entre los alumnos conozcan qué grado de avance tiene cada uno respecto de la comprensión del problema. Además, es necesario organizar la ruta de trabajo a manera de plan de acción para comenzar a resolverla y llevar a cabo el proceso de investigación, para poder pasar a la organización de comisiones a manera de equipos para su solución. Este proceso metodológico se explicitó a los

alumnos en el pizarrón, porque son ellos quienes deben conocerlo, quedando de la siguiente manera en la Figura 2:

Figura 2

Proceso metodológico para conocer la situación problema



Nota. Es de elaboración propia

En el siguiente fragmento de autorregistro se muestra como es la conformación de equipos para llevar a cabo el plan de acción y poder comenzar a solucionar la situación problema, partiendo de la idea de que antes de ello, es importante esclarecer el proceso, puesto que el aprendizaje de los procedimientos científicos abona a la construcción de conocimiento en procesos científicos posteriores (Pozo y Flores, 2007). Por tanto, se explicita lo que se ha realizado hasta este momento, para pasar a la elaboración de comisiones.

Mo. Bien, hasta ahora tenemos nuestra situación problema. Pero hay que recordar antes de seguir avanzando, ¿por dónde dijimos qué deberíamos comenzar a resolverla?

Aos. Por el plan de acción.

Mo. Okay, por el plan de acción. Bien. Pero, ¿de lo que tienen en su situación problema, qué creen que siga?

Aos. Investigar.

Aos. Ver quién es más rápido o veloz.

Mo. No, eso es muy avanzado. ¿Alguien más?

Aa. ¿Presentarla?

Mo. ¿Presentar la situación problema? No, cómo la vamos a presentar si aún no la hemos resuelto.

Ao. Hacer equipos.

Mo. Exacto, debemos hacer equipos, pero para eso, quisiera que recordáramos lo que hemos hecho para llegar hasta aquí.

Ao. La situación problema.

Mo. No, antes de eso, vean su libreta.

Aa. Las ideas previas.

Mo. No. Antes.

Ao. Lo del análisis de la situación problema.

Mo. No, eso ya lo dijeron. ¿Alguien más?

Ao. Lo de los temas.

Mo. Exacto, primero planteamos los temas. Recuerdan, ¿qué se hizo con esos temas y subtemas?

Ao. Los leímos.

Mo. ¿Y luego?

Ao. Hicimos preguntas.

Mo. Exacto, los leímos para analizarlos, es decir, fragmentarlos en sus partes e hicimos preguntas y que nos quedará claro lo que íbamos a ver para aprender este tema. ¿Qué preguntas se plantearon?

Aos. ¿Qué vamos a aprender? ¿Cómo lo vamos a aprender? ¿Para qué nos servirá aprenderlo?

Mo. Bien, ¿y después?

Aa. Lo de las ideas previas.

Mo. Exacto, oigan ¿recuerdan cuántas ideas previas erróneas tenían y cuántas eran científicas?

Aaos. 90 y 10.

Mo. Bien, 90% erróneas en previas, y 10% científicas. Entonces podemos decir que se analizaron las ideas previas /Dice mientras anota en el pizarrón/. Enseguida vemos que para aprender ese tema, y modificar esas ideas previas para hacerlas científicas, qué se nos planteó.

Aa. La situación problema.

Mo. Exacto. La situación problema, ¿y qué hicimos con ella?

Aa. También la analizamos.

Mo. Bien, cómo se analizó.

Ao. Dividiéndola en momentos.

Mo. Exacto. Bien. Primero la subrayamos...

Aa. Lo que nos llamaba la atención, lo que no entendimos y lo que sí sabíamos.

Mo. Sí. ¿Y luego?

Aa. Después hicimos esta tabla que pusimos los momentos, qué pide y como lo entiendo.

Mo. Bien. Luego vimos que era necesario organizamos, para lo cual ¿qué se hizo?

Ao. Un plan de acción.

Mo. ¿Qué contenía?

Ao. Actividad ¿qué vamos a hacer? Tiempo ¿Cuándo lo vamos a hacer? Lugar ¿Dónde lo vamos a hacer? Propósito ¿Para qué nos servirá hacerlo?

Mo. Excelente, entonces, de eso que comentan, según su plan de acción, y tomando en cuenta lo que nos pide la situación problema, ¿qué se les ocurre que podemos tomar en cuenta para seguir resolviendo la situación problema?

Aa. Investigar.

Mo. Veán bien el problema, investigar aún es muy pronto.

Ao. Hacer equipos.

Mo. Okay, eso es. Vamos a hacer equipos que les llamaremos comisiones. Para resolver esta situación problema, ¿ustedes que entienden cuando alguien les dice que están comisionados?

Ao. Algo que tenemos que hacer.

Mo. Algo que tenemos que hacer /Repite mientras lo anota en el pizarrón/. Bien, ¿alguien más?

Ao. Como una comisión, sí pues, algo que haremos.

Mo. Ya está, algo que debemos hacer. Bueno, es eso exactamente, algo que tenemos que hacer, que debemos hacer y que es importante enfocarnos para que salga bien. En este caso, ¿qué comisiones o qué roles establecerían ustedes para poder llevar a cabo el plan de acción, resolver la situación problema, para cambiar nuestras ideas previas?

Ao. ¿Cómo?

Mo. Sí, es decir, esta situación problema pide cosas específicas, no podemos solo comenzar a resolverla por equipos donde cada uno haga lo que desee, ¿qué papel tienen que jugar cada uno?

Aa. Puede ser como el que organiza.

Mo. ¿A ese equipo como le llamaríamos? Piensen en qué deben hacer para resolver esta situación.

Aa. Investigar.

Mo. Ah, entonces... una comisión debe ser la de investigación. ¿Alguna otra?

Aa. También ver quién es más rápido.

Mo. Esa comisión se puede llamar matematización. ¿En la ciencia qué más se dice?

Aa. Investigar, mmm... se hacen experimentos.

Mo. Exacto, otra comisión es experimentación. Entonces, ya tenemos investigación, experimentación, matematización, ¿alguna otra?

Ao. Pues la que decía, los que organizan.

Mo. Entonces, esa comisión se puede llamar líder, pero como somos muy pocos quizá podemos dejarla así y pensaren otra que sea más útil. Por ejemplo, al final de la situación problema ¿qué nos pide?

Aa. Presentarla.

Mo. Así que una comisión más se llama presentación. Bueno, pues ya sabemos qué temas vamos a aprender, lo que tenemos que cambiar en nuestras ideas previas y es erróneo, de qué trata la situación problema, el plan de acción para organizar las actividades, y las comisiones que se conforman para llevar a cabo el plan de acción, resolver la situación problema, modificar nuestras ideas previas a científicas y aprender estos temas, pues entonces vamos comenzando.

El maestro inicia recordándoles que después de la situación problema hay que comenzar a resolverla, a lo cual están de acuerdo los alumnos que se debe elaborar un plan de acción. Con esa respuesta el profesor la retoma para decir que ya lo tienen, y que sería agregar algo más a parte del proceso que ya tienen. Los alumnos comienzan a dar sus ideas y mencionan que investigar, o calcular quién es más rápido o veloz, incluso algunos comentan que presentarla, a lo que a esas ideas el profesor algunas dice que es muy pronto para hacerlo, y otras menciona que no se pueden simplemente. Con esto, un alumno dice que hacer equipos, idea que se retoma para decir que se van a hacer equipos.

El profesor hace una pausa y recuerda lo que se ha hecho, y los estudiantes mencionan que el análisis de la situación problema, a lo que el docente menciona que antes de eso, para comenzar con lo que hicieron desde un inicio. Se llega a la conclusión de que se planteó el tema y se analizó, recordando algunas preguntas. Posteriormente los alumnos revisando su libreta comentan que tienen más ideas erróneas que científicas, para lo cual el profesor lo anota, y enseguida llegan a la situación problema. El profesor pregunta qué se hizo con ella y los alumnos responden que se analizó dividiéndola en momentos, a lo que el profesor comenta que primero se subrayó y luego se hizo el análisis.

Así, posteriormente se comenta que se hizo el plan de acción, a lo que se pregunta por su contenido y responden que contiene actividad, tiempo, lugar, y propósito, así como las preguntas respecto de cada apartado que contiene el plan de acción. Los estudiantes siguen respondiendo que se van a hacer investigaciones, entre otros aspectos, por lo que el profesor les comenta por la parte final de la situación problema, así es como los estudiantes mencionan que deben hacer equipos. Luego, el profesor comienza a indagar sobre los equipos que se abordarán, a manera de comisiones, y los alumnos dicen qué se necesita para ello.

Aquí el docente hace una recapitulación de lo que se ha hecho, y enseguida se indaga sobre lo que se entiende por comisión. Con las ideas de los educandos, se toma la concepción de que se refiere a algo que se debe hacer, algo que es necesario llevar a cabo. Enseguida se pregunta por lo que pide la situación problema que puede integrar las comisiones para tener las tareas específicas para resolver la situación problema, y se concluye que es necesario investigación, matematización, experimentación y presentación, aunque también se dice líder, esta última se desecha por el número de alumnos.

Es importante que el docente comience recapitulando lo que se ha hecho, puesto que traer el recuerdo ayuda a construir una relación pedagógica sujeto – conocimiento de análisis (Espinosa, 2014), y eso ayuda a que se encuentre sentido y se apropien de los pasos metodológicos, además de que cuando se tiene claridad en el proceso los estudiantes se involucran de mejor manera. Así que establecer una ruta explícita ayuda a convencerse del proceso que están llevando los alumnos. La intención del profesor es establecer equipos, por eso se concluye con esta idea al hacer la recapitulación.

Es necesario que en las situaciones problema se establezcan comisiones para que se organice el trabajo (SEP, 2006), y para las actividades científicas habrá que trabajar en equipos siempre que sea posible (Alonso, 1999). Las comisiones están determinadas por las necesidades de la situación problema y por las formas en que se organiza el contenido, puesto que así están enfocadas a lo que se pretende lograr. Se hace un enlace coherente entre todo el proceso que internaliza el estudiante y lo hace tener claridad en lo que hará.

Así es como se entiende la situación problema de mejor manera, no solo al plantearla y comenzar a resolverla como una actividad más, descontextualizada, sino de forma integral para saber que tienen un proceso. Lo interesante es que se hace propio este proceso, y eso hace que posteriormente los estudiantes puedan construir por sí mismos su propio conocimiento en la medida que asumen su responsabilidad para aprender a aprender (SEP, 2017).

Se forma un principio de recursividad dialógica, del cual hablaba Morín (1990), porque a la vez que el planteamiento y análisis de la situación problema ayudan a construir el plan de acción y las comisiones para llevar a cabo la investigación, este plan con sus comisiones también abona a la comprensión de la situación problema. Por tanto, el planteamiento de situaciones problema que tiene como base el conflicto cognitivo está abonando a una estructuración organizada bajo la

metodología del cambio conceptual, que propicia la construcción de aprendizajes significativos; aspecto que se aborda de forma, en el siguiente apartado.

Sintetizando, el plantear una situación problema ayuda al aprendizaje, pero se hace de forma integral, con las características propias del conflicto cognitivo específico. Es así como se llega a los siguientes principios que ayudan a entender la importancia de este tipo de conflicto, y a la noción e importancia de abordarla de forma integral, puesto que, cuando se hace uso del conflicto cognitivo de forma correcta, las situaciones problemas fortalecen el proceso de enseñanza aprendizaje, abonando a:

1. Dar sentido a las ideas previas de los estudiantes para conocer sus errores: dan sentido a sus concepciones erróneas porque en la medida que la resuelven, van modificando estas preconcepciones alternativas.
2. Desequilibrar las ideas previas para detonar el proceso de aprendizaje: abonan a que se incomoden con lo que saben, y tengan la necesidad intrínseca de querer aprender.
3. Modificar las ideas previas erróneas a ideas científicas que expliquen los acontecimientos del mundo natural: consolida el aprendizaje científico en el proceso de solución del problema, acercando a ideas científicas para abandonar las ideas erróneas que tienen sobre los fenómenos.
4. Explicitar el contenido a trabajar como propuesta didáctica: se aclara el contenido a trabajar dentro del mismo planteamiento de la situación problema.
5. Enfocar los conceptos, procesos, habilidades, actitudes y valores asociadas a la ciencia que se plantean en las instrumentaciones: se explicita el tipo de contenido a trabajar en la medida que se analiza la situación problema dejando claro lo que aprenderán los estudiantes.
6. Consolidar el entendimiento del mundo natural a partir de un problema real contextualizado: se comprende mejor el contexto en el que se vive porque se problematiza la realidad del estudiante.
7. Afianzar el pensamiento crítico: se parte del pensamiento formal, haciendo la tarea más abstracta para entrenar el cerebro, se hace científico el pensamiento, para interpretar y cuestionarse su realidad e intervenir en ella.

8. Orientar la investigación en la organización de un plan de acción para resolverla: se estructura para focalizar el proceso de investigación, y se conozca que importan la pregunta, además del proceso de investigación para poder aprender, mismo que se plasma en un plan ordenado.

9. Fomentar el trabajo colaborativo en el aprendizaje de las ciencias, específicamente en la física: en la medida que se hacen comisiones para enfocar el trabajo dependiendo de la tarea que se plantee a los educandos.

10. Enlazar la metodología del cambio conceptual con el aprendizaje significativo: las situaciones problema cuando se resuelven, ayudan a construir aprendizaje significativo, siempre utilizando de por medio la metodología para el aprendizaje de las ciencias llamado cambio conceptual.

Es así como estos principios explican la importancia de plantear situaciones problema, mediante conflictos sociocognitivos (problemas socialmente contextualizados). Además, es necesario recordar que, cuando se plantean de forma integral los problemas, desde la identificación de las ideas previas que tienen los estudiantes respecto del tema a tratar, hasta la organización de comisiones, es una misma etapa que en conjunto abona a desarrollar el proceso de cambio.

Los estudiantes comprenden que las situaciones problema tienen una fase de inicio, desarrollo y cierre, y que se sabe cómo es que deben analizarse para comprender mejor lo que harán, así como la manera en que se estudiará. Se sabe con el ejemplo anterior y las evidencias de autorregistros, la importancia de las situaciones problema, aspecto que quedará consolidado en el apartado siguiente cuando se analice la forma en que esto tiene relación con el cambio conceptual.

Es preciso ejemplificar cómo la situación problema se trabajó desde el planteamiento del problema, pasando por la elaboración del plan de acción, hasta la organización de las comisiones. Se parte de la situación problema, del balance de las ideas previas, hasta la conformación de comisiones. Al plantearse la situación problema, se ayudó a consolidar la metodología para que los alumnos la internalizaran provocando un cambio metodológico en los estudiantes una vez que la resolvieron. Tras presentarles los temas y analizarlos, rescatan sus ideas previas con los supuestos básicos que rigen el movimiento, al analizar la situación problema y dividirla en momentos, abonó en gran medida a la construcción de significados por parte de los alumnos. Este proceso que se siguió fue con la metodología de planteamiento de situaciones problema que se desarrolló anteriormente. En

primer lugar, se rescataron las ideas previas de los estudiantes y se obtuvo el balance que podemos ver en la Tabla 10:

Tabla 10

Cuadro para ejemplificar el balance de las ideas previas

Ma. Alejandra	
Ideas Previas	Ideas Científicas
85%	15%

Nota. Elaboración propia a partir de la producción escrita de una alumna en su libreta.

Como se muestra en el balance anterior, después de rescatarse las ideas previas de los estudiantes de los temas previstos, se cuantificó con la intención de ejemplificar cuantitativamente lo que representaba el balance y lo que era necesario modificar. Es importante las representaciones potentes como ya se ha explicado, puesto que la visualización en porcentaje permite a los alumnos darse cuenta de cuánto es lo que deben modificar.

Es necesario destacar que estos registros porcentuales por sí solos no abonan mucho educativamente, pues promover experiencias didácticas que generen desequilibrio cognitivo (a manera de crisis paradigmáticas) que los lleven a replantear sus ideas es mejor. Evidentemente se explicará más adelante para los alumnos de forma cualitativa qué significa dicho balance, como complemento, dejando claro que no es una forma muy adecuada para conocer lo que deben modificar en sus ideas previas hacia ideas científicas.

Además, los estudiantes después de que en un tema previo consolidaron la noción sobre lo que significa una idea previa como la noción de las concepciones erróneas que se tienen respecto de un tema, es momento que no solo se haga el balance de las ideas previas erróneas en ellos, sino también grupal donde la reflexión sobre lo que implica tener ideas erróneas y sus compañeros, puede facilitar o dificultar el aprendizaje.

Por tanto, el conocer las ideas previas de sus compañeros, les ayuda a tener una noción clara de las dificultades que enfrentarán al trabajar por comisiones. Por otro lado, no solo se debe dejar el balance de esa manera, sino que debe pasar a una explicitación verbal, es decir, hay que darle sentido cualitativo. Lo que los estudiantes propusieron, a partir de los temas y subtemas que iban a trabajar, lo que significa dicho balance se representa en la Tabla 11.

Tabla 11

Análisis cualitativo del balance de las ideas previas

¿Qué significa este balance?

* No sabemos qué es el movimiento.

* No conocemos lo que es la trayectoria y el desplazamiento. Las confundimos.

* No sabemos lo que es una posición, ni el marco de referencia.

* No sabemos lo que es la rapidez, su definición, como calcularla, sus unidades, y su magnitud.

* Tampoco conocemos de la velocidad y aceleración, ni cómo se rescata la dirección y el sentido.

* No sabemos cómo sumar la fuerza.

* Desconocemos como se hacen tablas de datos, gráficas, rectas, y experimentos de rapidez, velocidad y aceleración.

Nota. Elaboración propia a partir de la producción escrita de una alumna en su libreta.

Este balance permite focalizar la atención en los aspectos que los estudiantes tienen dificultades para aprender, y centrarlos en la situación problema, puesto que cuando se da una explicación cualitativa a la explicación de sus ideas previas, se combina con la idea cuantitativa y ayuda, además, a centrar los procesos para poder investigar. La noción amplia de explicitar las ideas previas no solo es una fase del cambio conceptual, sino que sirve para mejorar los aspectos educativos para los estudiantes que tienen más dificultades por aprender. Después, es momento de plantear la situación problema, la cual quedó de la siguiente manera, una vez que se les preguntó qué no sabían, qué les llamaba la atención y que sí sabían.

___ Lo que les llama la atención.

[...] Lo que no saben.

(...) Lo que dicen que saben.

La maestra de educación física pretende llevar un equipo varonil y femenino a concursar en los [relevos 4x100] en las XVI Olimpiadas de Atletismo de Escuelas Secundarias en Zacatecas. Las carreras se llevarán a cabo en [Juchipila el 1 y 2 de octubre en la Unidad Deportiva]. Para ahorrar dinero en gasolina quiere seleccionar el camino más corto. Además, habrá que encontrar [(quién es más rápido y veloz)] en una competencia para presentar pruebas de forma científica que deberán [enviar a su correo], para comprobar la veracidad de los datos, seleccionando a los equipos que irán a las Olimpiadas. Se sugiere la realización de un plan de acción para organizar el trabajo, y la (conformación de comisiones) para completar la tarea. Finalmente habrá que hacer una [presentación de los resultados a la comunidad escolar], donde por último [se extiende de forma virtual].

Al plantear la situación problema, aunque hubo estudiantes que encontraron más momentos que los de inicio, desarrollo y cierre, la mayoría ubicó estos tres momentos por la facilidad de

desarrollando de esta forma al resolver el problema. No se descarta que existan más momentos, sino que cuando se estructuran las situaciones problema a partir de las ideas previas de los alumnos, de esta manera, tienen más claridad al momento de resolverla. Aquí los educandos mencionaron que sí sabían quién de sus compañeros es más rápido o veloz, aunque de forma empírica, y también sabían cómo conformar equipos, aunque de igual manera crean que deberán hacerlo por afinidad, y no con ciertas características que posteriormente se les darán a conocer., pero es importante dejar que ellos sean los protagonistas de su aprendizaje (SEP, 2011), puesto que así entienden la situación problema y es válido en un primer momento, dejar que ellos realicen su análisis fragmentando la situación problema como ellos la entienden.

Por otro lado, dicen que no saben lo que es calcular la rapidez y velocidad de forma científica para saber quién ganaría en una competencia, ya que esto implica un conocimiento que anteriormente habían destacado en el balance de sus ideas previas como algo que no sabían. Además, destacan desconocer que no pueden seleccionar el camino más corto ya que no saben dónde queda Juchipila y los caminos por los que deben transitar. Finalmente reconocen no saber cómo presentarlo de forma virtual a la comunidad escolar, lo que se aclarará conforme vayan avanzando en la solución, pero es importante que lo destaquen en este momento de análisis del problema.

Les llama la atención aspectos interesantes de la situación problema. En primer lugar, llevar equipos a concursar a las Olimpiadas estatales es algo que les motiva, y se parte de la idea de que al encontrar quién es más rápido y veloz en una competencia, podrán mandar las pruebas a los correos y que así vean las autoridades que ellos pueden ir a competir. Además, seleccionar el camino más corto para saber por dónde irse a competir en caso de que sean seleccionados, les genera duda, por lo que centran la atención en cómo le tendrán que hacer para ir.

Finalmente, les llamó la atención cómo se hace la comprobación de la veracidad de los datos, puesto que solo tienen una base empírica para decir quién es más rápido y veloz, pero al hacerlo científico se cuestionan sobre el cómo se obtienen esos resultados, se organizan o se sistematizan. Lo de extenderlo de forma virtual haciendo referencia a presentarlo en las Jornadas Nacionales de Física, al hacer una presentación, es algo que genera nerviosismo a los alumnos. Tomado a manera de reto, les es interesante por las emociones que genera el presentar los resultados en público, y cuestionarse si lo harán nuevamente de forma empírica al correr frente a todos, o con una presentación en una transmisión en vivo. Son interesantes estos aspectos porque abonan a la

construcción integral del entendimiento del movimiento, a la vez que internalizan la problematización de la situación planteada. Para efectos prácticos, se retoma la Tabla 12, tomada para el caso, con la intención de contextualizar el proceso explicado en los autorregistros pasados.

Tabla 12

Análisis de la situación problema por una estudiante de física

Análisis de la Situación Problema		
Momentos	¿Qué nos pide?	¿Cómo lo entiendo?
La maestra de educación física pretende llevar un equipo varonil y femenino a concursar en los [relevos 4x100] en las XVI Olimpiadas de Atletismo de Escuelas Secundarias en Zacatecas. Las carreras se llevarán a cabo en [Juchipila el 1 y 2 de octubre en la Unidad Deportiva]. Para <u>ahorrar dinero en gasolina</u> quiere <u>[seleccionar el camino más corto]</u> .	<ul style="list-style-type: none"> * Llevar un equipo varonil y femenino a concursar. * Participar en las XVI Olimpiadas de Atletismo de las Secundarias de Zacatecas. * Concursar en los relevos 4x100. * Saber dónde está la unidad deportiva de Juchipila. * Ahorrar dinero en gasolina. * Seleccionar el camino más corto. 	<p>Entiendo que debemos ir a competir a las Olimpiadas de Atletismo viendo quién es más rápido y veloz en una competencia para poder ir a concursar a otra escuela.</p> <p>Debemos irnos por el camino más corto y ahorrar dinero en gasolina y así ver cuál es el mejor camino.</p> <p>Debemos ganar en esas Olimpiadas llevando a los mejores para que vayan a concursar.</p>
Además, habrá que encontrar [(quién es más rápido y veloz)] en una competencia para presentar pruebas de forma científica que deberán [enviar a su correo], para <u>comprobar la veracidad de los datos</u> , seleccionando a los equipos que irán a las Olimpiadas.	<ul style="list-style-type: none"> * Ver quién es más rápido. * Saber quién es más veloz. * Competir para ver quién es más rápido y veloz. * Hacerlo de forma científica. * Mandar pruebas a los correos. * Comprobar la veracidad de los datos. * Seleccionar equipos. 	<p>Entiendo que debemos ver quién es más rápido o más veloz pero de forma científica porque esto nos ayudará a que vayan los mejores a competir, y la directora quiere que le mandemos las pruebas para ver sí es cierto, y así hacer equipos varonil y femenino para que vayan al concurso.</p>
Se sugiere la realización de un plan de acción para organizar el trabajo, y la (conformación de comisiones) para completar la tarea. Finalmente habrá que hacer una [presentación de los resultados a la comunidad escolar], donde por último <u>[se extiende de forma virtual]</u> .	<ul style="list-style-type: none"> * Elaborar un plan de acción. * Organizar el trabajo. * Conformar equipos. * Completar la tarea. * Hacer una presentación a la comunidad escolar. * Extenderla de forma virtual. 	<p>Debemos organizarnos para poder hacer las cosas bien, como hacer un plan y trabajar en equipo para poder terminar y debemos presentar los resultados a las personas para que nos crean.</p>

Nota. Tomado del cuaderno de una estudiante.

En la Tabla 12 se observa como la estudiante va fragmentando la situación problema para comprenderla de mejor manera, así se socializa y se comparte con sus compañeros para tener mejor idea de cómo comenzará a resolverla. Los alumnos al cabo de un tiempo, cuando interiorizan la situación problema, también aprenden la metodología para abordar problemas, lo cual es importante para que ayude a los estudiantes en distintos problemas que abordarán más adelante.

Luego, es momento de elaborar el plan de acción, mismo que terminan adecuadamente. Como profesores es importante innovar en las actividades (Cohen, 2002), puesto que, si de manera regular se les proponen de forma repetitiva, es probable que exista apatía porque no hay nada nuevo que aprender (Meece, 2001). Por lo tanto, el siguiente plan de acción, permite entender cómo se construye a partir del análisis de la situación problema, la organización que permite estructurar el proceso de resolución de la situación problema por medio de actividad, tiempo, lugar, y propósito, con preguntas claramente definidas. Importante destacar que un plan de acción se acerca al trabajo que hacen los científicos para hacer ciencia, ya que permite estructurar y organizar el proceso que llevarán para resolver el problema; dicho plan es una forma de explicitar las acciones que les permiten resolver el conflicto, generando claridad y convencimiento al momento para dar solución al problema, como se muestra a continuación, en la Tabla 13.

Tabla 13

Plan de acción creado por una alumna a partir del análisis de la situación problema

PLAN DE ACCIÓN			
ACTIVIDAD ¿Qué vamos a hacer?	TIEMPO ¿Cuándo lo vamos a hacer?	LUGAR ¿Dónde lo vamos a hacer?	PROPÓSITO ¿Para qué lo vamos a hacer?
Seleccionar a los que irán a las Olimpiadas.	20 minutos.	Escuela.	Poder ir a concursar.
Llevar un equipo varonil y femenino a concursar en relevos 4x100.	10 minutos.	Juchipila.	Ganar las olimpiadas de atletismo.
Saber por dónde irnos para ahorrar dinero en gasolina.	30 minutos.	Casa.	Saber qué es el desplazamiento y la trayectoria y para ahorrar dinero.
Conocer quién es más rápido.	10 minutos.	Escuela.	Organizar los relevos.

Conocer quién es más veloz.	45 minutos.	Escuela.	Organizar los relevos.
Ir a Juchipila.	30 minutos.	Juchipila.	Para poder concursar en las Olimpiadas.
Seleccionar el camino más corto.	1 hora.	Casa.	Para llegar más rápido.
Comprobar la veracidad de los datos.	45 minutos.	Casa.	Para comprobar los datos de forma científica.
Mandar pruebas con los datos.	30 minutos.	Internet.	Que la directora sepa quién es más rápido y veloz.
Hacer un plan de acción.	1 hora.	Escuela.	Organizar el trabajo de mejor manera.
Hacer una presentación para presentarla virtualmente.	30 minutos.	Virtualmente.	Para dar a conocer los resultados a los que llegamos.
Hacer equipos.	15 minutos.	Escuela.	Para poder ir a concursar ya la vez resolver el problema.

Nota. Elaboración propia a partir de la producción de una estudiante en su libreta.

El plan de acción tiene coherencia interrelacionada con en análisis de la situación problema, y abona a que se clarifique el entendimiento de ésta, así como el proceso por el cual será desarrollada. Es importante que se logre modificar la noción de que un problema se debe plantear aisladamente y comenzar a resolverlo de forma inmediata, sin antes darle un tratamiento adecuado. En este tratamiento se lleva tiempo, pero cada que los alumnos aprenden el proceso educativo que llevarán a cabo para la construcción de conocimiento, lo hacen de forma más eficiente y con mejores resultados.

Para completar el análisis integral de esta situación problema, se les pidió a los estudiantes que crearan comisiones; sin embargo, estas comisiones debían tener características específicas. La creación de equipos como tal es importante por varias razones. Una de las principales es que se ayudan mutuamente en el lenguaje propio para consolidar puentes que abonen al entendimiento de significados; por otro lado, también son un apoyo socioemocional para que estén atentos a las actividades; además, con lo anterior, hay retroalimentaciones entre los estudiantes ayudando a su comprensión (Ravela, 2017). Las características para hacer las comisiones estaban centradas en que debían: a) tener el mismo número de integrantes, b) estar conformadas tanto por hombres como

mujeres, c) tomar en cuenta a los que faltaron en la clase, d) estar niveladas para poder resolver la situación problema, y e) tomar en cuenta las capacidades individuales.

Con estas instrucciones se abona a los principios de equidad e inclusión (SEP, 2017; 2022), así como interculturalidad crítica (SEP, 2022) puesto que tienen el mismo número de integrantes y están distribuidos uniformemente alumnos y alumnas. Además, no se puede tener una comisión donde exista “más probabilidad” de resolver la situación problema por un equipo, porque eso desfavorecería a los demás y finalmente al colectivo que es todo el grupo, el cual está intentando resolver la situación problema. Por último, cada integrante debería saber para qué es bueno o qué capacidades tiene, sus gustos e intereses con lo cual se abonaría a que integre una comisión con la que se sienta más cómodo y pueda abonar de mejor manera a la solución del problema. Cabe destacar que todos los alumnos debían hacer todas las actividades, pero haciendo énfasis en su comisión. Por ejemplo, el hecho de que estuviesen en la comisión de investigación no significaría que no participaran en la presentación tanto para elaborarla, como para presentar los resultados; de hecho, todos los alumnos presentaron. Lo mismo pasó con las demás comisiones.

Con lo anterior, dos estudiantes pasaron al frente en el pizarrón, mientras uno organizaba las participaciones y opiniones de los demás, otro escribía lo que el grupo decía mientras el maestro se hizo a un lado para dejar que ellos, con el conocimiento que poseen, pudieran distribuirse, lo cual hizo que las comisiones quedarán como se muestra enseguida en la Tabla 14.

Tabla 14

Organización de los equipos a manera de comisiones por parte de los estudiantes

Comisiones			
Investigación	Experimentación	Matematización	Presentación
Jorge	Eva María	Alejandra	Fernando
Octavio	Josué	Alondra	Deisy
Itzel	Ángel	Edwin	Manuel
	Vianey	David	Sandra

Nota. Es de elaboración propia a partir de la organización grupal, al conformar comisiones.

De esta forma queda consolidado el proceso de construcción de un significado a partir de una situación problema donde el estudiante es el centro del proceso de construcción de conocimiento. Los estudiantes saben que, si llevan a cabo las comisiones, eso les permite organizarse para

desarrollar el plan de acción, mismo que les ayudará a resolver la situación problema y modificar sus ideas previas a ideas científicas para aprender los temas que se están trabajando.

Este abordaje didáctico de las situaciones problema es esencial para el aprendizaje de las ciencias, porque genera que los alumnos se apropien metodológicamente del trabajo científico a partir de la problematización, aunque se reconoce la idea de que quizá puede ayudar a otras asignaturas. Finalmente, es el proceso metodológico de cambio conceptual, lo que hace posible el aprendizaje significativo con el planteamiento de situaciones problema, aspecto que se aborda enseguida.

7.2 Cambio conceptual en física

Tanto las evidencias de autorregistro, como el análisis de las producciones de los estudiantes abonan a conceptualizar cómo aprendieron los estudiantes el tema de *Movimiento de los Objetos*, bajo la metodología del cambio conceptual. Cabe recordar dicho proceso para abordar el análisis de la misma manera:

1. Orientación y contextualización del aprendizaje.
2. Identificación y explicitación de las ideas previas.
3. Desequilibrio y contrastación de las ideas previas: clarificación e intercambio de ideas erróneas.
4. Exposición a situaciones de conflicto.
5. Interpretación y resolución del problema: Investigación, experimentación, matematización.
6. Consolidación. Aplicación de los nuevos conceptos.
7. Consolidación. Transferencia a situaciones nuevas.
8. Revisión del cambio en las ideas previas a ideas científicas.

Este proceso metodológico, se engloba en cuatro grandes apartados (ver Tabla 5, página 90) que son: 1. Ideas previas. 2. Planteamiento de la situación problema. 3. Investigación y experimentación, y, 4. Evaluación. Siguiendo esta lógica, se desglosa la situación problema del apartado anterior, para analizarla desde cómo construir cambio conceptual con los alumnos. Primero se comenzó presentando el tema, subtema y los aprendizajes esperados, estos fueron analizados para tener claridad en lo que se iba a abordar. Las preguntas para analizar fueron ¿qué se va a aprender? ¿cómo se va a aprender? ¿para qué servirá aprenderlo? Posteriormente, después de socializar lo que respondieron, se les presentaron tres videos de forma audiovisual proyectados en el salón: 1. Caídas graciosas de parkour. 2. Los futbolistas más rápidos del mundo. 3. El black Friday de Estados Unidos.

Con dichos videos, y después de socializar las primeras impresiones que tuvieron, agrupadas por categorías, se proyectaron las siguientes preguntas relacionadas con los videos: a. ¿cómo se

considera que los futbolistas o las personas se mueven? ¿dónde se ubica el marco de referencia en cada caso? b. ¿cómo era la trayectoria de los personajes en cada video? c. ¿De qué manera se desplazaban los sujetos que aparecían en la proyección? d. ¿Cuál fue la distancia recorrida de al menos uno de los personajes? ¿cómo se mide la distancia recorrida? e. ¿qué rapidez llevaba cada futbolista? ¿qué rapidez llevaban las mujeres mayores y los hombres jóvenes? ¿cómo se calcula la rapidez? f. ¿cuál fue la dirección que llevaban las personas del video? ¿cómo se puede saber su dirección exacta? g. ¿qué tiempo tardó cada futbolista en anotar el gol desde que tenía la pelota? ¿cuánto tiempo tardaron en comprar lo que necesitaban y salir de la tienda? h. ¿cómo sería la aceleración en cada caso? ¿cómo se puede medir la aceleración de las personas o de los deportistas?

Se les dio la indicación de que deberían pasar dos estudiantes, uno para que organizara las respuestas del grupo, y otro más para que fuera anotando en la computadora (aspecto que se vería proyectado en pantalla) lo que iban contestando. Tras la socialización se dio tiempo para que ellos mismos se organizaran como un colectivo de científicos investigadores del movimiento, las ideas previas; las que obtuvieron fueron las siguientes, que se muestran en la siguiente Tabla 15 que está contestada con las ideas previas de los alumnos.

Tabla 15

Cuadro para conocer las ideas previas de los estudiantes respecto del movimiento

Lo que piensa el grupo de 2° “D” acerca del MOVIMIENTO	
¿Cómo nos damos cuenta de que los futbolistas o las personas se mueven? ¿dónde se ubica el marco de referencia en cada caso?	- Analizando y <u>viendo</u> cómo se mueven las cosas. - <u>Viendo.</u> - <u>Nos damos cuenta con el desplazamiento o con la distancia recorrida.</u> - También <u>donde se ubican las personas.</u>
¿Cómo era la trayectoria de los personajes en cada video?	- Era con rapidez, velocidad, gravedad, y desplazamiento en línea recta con algo de resistencia.
¿De qué manera se desplazaban los sujetos que aparecían en la proyección?	- <u>Corriendo, resbalándose, saltando.</u> - Cayéndose, descontrolándose. - <u>Sin controlar su rapidez.</u>
¿Cuál fue la distancia recorrida de al menos uno de los personajes? ¿cómo se mide la distancia recorrida?	- <u>50 metros.</u> - <u>Con metros se mide,</u> o también con los pasos que dan.
¿Qué velocidad llevaba cada futbolista? ¿qué velocidad	- <u>10 kilómetros por h.</u> - Se calcula con metros.

llevaban las mujeres mayores y los hombres jóvenes? ¿cómo se calcula la rapidez?	<ul style="list-style-type: none"> - Se calcula con el tiempo. - Se puede saber por los pasos que dan. - Por medio de la tecnología. - Con el kilometraje.
¿Qué sería la posición? ¿cómo estaba presente las diferentes posiciones en el video?	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Es cuando algo se acomoda de manera vertical.</u> - <u>Se refiere a un lugar.</u> - <u>Está presente dependiendo del ángulo.</u>
¿Qué rapidez llevaba cada futbolista? ¿Qué rapidez llevaban las mujeres mayores y los hombres jóvenes? ¿Cómo se calcula la rapidez?	<ul style="list-style-type: none"> - Llevaban una velocidad de 15 kilómetros por hora. - La de los niños es menor que la de un adulto. - Depende de los músculos, ya que algunos tienen músculos muy débiles. - Se calcula con tiempo, pasos, kilometraje, y con una cinta de medir.
¿Cuál fue la dirección que llevaban las personas del video? ¿cómo se puede saber su dirección exacta?	<ul style="list-style-type: none"> - El suelo, la tierra, la nieve, o la portería del contrario dependiendo de a dónde quisieran ir. - <u>Exactamente por medio de una brújula.</u> - También con el ritmo, la posición, o la mente.
¿Qué tiempo tardó cada futbolista en anotar el gol desde que tenía la pelota? ¿cuánto tiempo tardaron en comprar lo que necesitaban y salir de la tienda?	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Depende, y se puede medir en minutos, segundos, y horas.</u>
¿Cómo sería la aceleración en cada caso? ¿cómo se puede medir la aceleración de las personas o de los deportistas?	<ul style="list-style-type: none"> - 7 km/h. - Que tan rápido cobraban los cajeros en el viernes negro de Estados Unidos. - Se mide con la fuerza y con el tiempo.

Nota. Elaboración propia a partir de las ideas previas de los estudiantes que se rescataron del tema de movimiento.

Se muestra cómo los estudiantes tienen nociones implícitas adecuadas que han consolidado de forma empírica tras la socialización con su entorno, con personas de mayor edad, y otros compañeros que les han ayudado a consolidar su saber (Campanario y Otero, 2000). Por tanto, mucho del conocimiento que poseen, proviene de forma sensual-empirista (DeVal, 2014), y es adecuado para describir los fenómenos naturales.

El problema aparece cuando dentro del mismo campo del conocimiento pretenden explicarse los procesos científicos de esta manera. Podemos agrupar las ideas previas que se consideran erróneas y las que están asociadas a la ciencia; estas últimas no son científicas porque pierden coherencia

interna y lógica en la explicación de los fenómenos, pero sirven como punto de partida para el proceso metodológico del cambio, y la construcción de aprendizajes significativos.

En cuanto a las ideas acercadas a la ciencia, los estudiantes caracterizan el movimiento como aquello que pueden ver, lo cual es una idea adecuada ya que este fenómeno se percibe en primera instancia por medio de los sentidos, aspecto con el que se inicia el tratamiento del tema desde el enfoque curricular para este tema (SEP, 2011); y aunque quizá no lo dijeron así, es una noción acercada a la ciencia, la cual puede tomarse como científica al momento de plantear la situación problema y el desarrollo de la investigación para tener claridad en donde centrar el proceso de cambio conceptual.

Por otro lado, es adecuado cuando los educandos mencionan que el marco de referencia y el movimiento se ubican dependiendo del desplazamiento y la distancia recorrida. Aún sin conceptualizar totalmente lo que significa el marco de referencia, hacen alusión a que depende de la ubicación de las personas.

Estas ideas previas pueden tomarse como ideas asociadas a la ciencia, pero no científicas, porque no están consolidadas en tanto no se apliquen en otros contextos diferentes a los que fueron aprendidos; sin embargo, deben retomarse como lo que son, nociones implícitas cargadas de conocimiento empírico que sustentarán próximamente las ideas científicas, por tanto, la necesidad de no tomarlas como erróneas, de ahí la importancia de rescatar las ideas previas y elaborar su respectivo análisis. Puesto que, como menciona Pozo y Flores (2007, p., 54): “la estructura del conocimiento previo de los individuos es la base sobre la que se produce el cambio conceptual [...] dado que todo conocimiento se construye a partir del conocimiento ya existente”.

Otra noción acercada a la ciencia se encuentra en la idea de que las personas se pueden desplazar corriendo, resbalándose, y saltando, aunque no conozcan lo que significa en términos físicos el desplazamiento. Esta idea la extienden cuando mencionan que se desplazan sin controlar su rapidez. Por otro lado, la noción de tiempo y de distancia la tienen clara, aunque no conozcan las relaciones entre estas y las magnitudes físicas que se describen en su interrelación. Mencionan que el tiempo se mide con segundos, minutos y horas, y que la distancia con metros.

En cuanto a la posición, pasa algo similar que con el marco de referencia. Esta depende del acomodo del móvil, en este caso ellos dicen que, de forma vertical, referido a un lugar, y estando

presente de acuerdo al ángulo. Dichas ideas científicas, se consolidan cuando se logra relacionar estos aspectos con las magnitudes físicas escalares y vectoriales, así como interrelacionando el marco de referencia, y la distancia recorrida. Puesto que pasarían de comprender el concepto a integrar una idea sobre los principios fundamentales del movimiento, ya no sería solo conceptual, sino representacional.

Finalmente, se constata la idea de que la dirección se rescata por medio de una brújula, lo cual es cierto, pero cuando se les preguntó sobre el mecanismo y funcionamiento de ésta no se pudo explicar. Se encuentra entonces, que sus ideas, a pesar de tener nociones científicas, carecen de fundamento epistemológico y coherencia interna para fenómenos físicos.

Aunque es necesario recalcar que las preguntas usadas no se prestaron para tener respuestas explícitamente científicas, pues no pretendían conocer la visión de los conceptos involucrados, lo que dificultó llegar a tales conclusiones de forma sólida. Esto es importante tomarlo en cuenta, ya que esa base, aún con esas dificultades, es lo suficientemente sólida para partir de ella, y orientar el cambio conceptual.

Analizando las ideas previas podemos darnos cuenta de que poseen características contradictorias. Uno de los primeros aspectos a partir de que se encuentra en dichas ideas cercanas al conocimiento científico, es que parten un pensamiento intuitivo como ya se mencionó con anterioridad. Esto hace que presenten inconsistencias: a) cuando pretenden explicar el movimiento bajo el cambio de posición de un objeto, aunque no se pueda percibir por medio de los sentidos, b) desconocer la diferencia entre las magnitudes escalares y vectoriales, c) confundiendo la rapidez, con la velocidad y la aceleración, d) atribuyendo características biológicas como la edad, la musculatura y la mentalidad para que alguien sea más rápido o veloz.

En este último punto, se nota cómo empíricamente existe un vínculo entre estos aspectos, puesto que existe correlación entre estos factores; sin embargo, en general, tienen un desconocimiento en la comprensión integral del movimiento. Con esto, se explica que los estudiantes no conocen cómo se conceptualiza la rapidez, velocidad y aceleración; tampoco su fórmula, unidades, y magnitud; además de desconocer el proceso experimental de recogida de datos para estos fenómenos del movimiento como rectas, tablas de datos, gráficas y su interpretación.

Una vez que explicitaron sus ideas previas a partir de los videos, que pueden ser tomadas como nociones generales, porque no se les puede tratar en sentido estricto como ideas previas específicas de los conceptos analizados, ya que se tendría que ahondar más en profundidad para conocer lo que piensa cada uno, lo cual llevaría más tiempo y para el caso, la intención no era esa; se destaca que esto no desacredita la investigación, pero es necesario acotar los alcances de las conclusiones que se sacan.

Posteriormente, sus ideas pueden conflictuarse con la relevancia que tiene la experimentación para la ciencia, lo cual hace pensar que para estos casos sería adecuado que existiera una experiencia directa que los lleve precisamente a conflictuarse, y complementarlo con un texto. Pero, para el caso se les pidió a los estudiantes que compararan sus respuestas con un texto proporcionado por el profesor donde se caracterizaba el movimiento con respecto a los conceptos principales: movimiento, marco de referencia, trayectoria y desplazamiento, posición y tiempo, rapidez, velocidad, aceleración. Los estudiantes tenían que subrayar de rojo las ideas que eran erróneas según el texto, y de azul las ideas que eran científicas.

Así fue como se destaca en la Tabla 15 anteriormente con letra cursiva, subrayado y negritas, las ideas que los estudiantes comentaban que eran científicas. Con ello se cuantificó las respuestas que tenían científicas, se elaboró un balance, y se estableció porque quedó el balance de esa manera, aspecto que se analiza ampliamente en el apartado anterior; sin embargo, es pertinente traerlo nuevamente para analizarlo desde la noción de cambio conceptual. Recordemos que en el balance de la alumna Ma. Alejandra, se encontró que las ideas previas que poseía eran 85% erróneas y 15 % científicas, donde la explicación que ella daba, junto con el grupo, giraba en torno a que:

- * No sabemos qué es el movimiento.
- * No conocemos lo que es la trayectoria y el desplazamiento. Las confundimos.
- * No sabemos lo que es una posición, ni el marco de referencia.
- * No sabemos lo que es la rapidez, su definición, como calcularla, sus unidades, y su magnitud.
- * Tampoco conocemos de la velocidad y aceleración, ni cómo se rescata la dirección y el sentido.
- * No sabemos cómo sumar la fuerza.
- * Desconocemos como se hacen tablas de datos, gráficas, rectas, y experimentos de rapidez, velocidad y aceleración.

Estas ideas para ser modificadas, es preciso desequilibrarlas, puesto que no basta con que los alumnos conozcan las ideas erróneas que poseen, sino que deseen querer cambiarlas. Como el principio que menciona Ausubel (2019) para que ocurra el cambio conceptual, donde los alumnos deben querer aprender; funciona de forma similar. Es importante, poder explicitar lo que saben,

qué es científico y qué no, estableciendo el por qué, conociendo sus ideas, para posteriormente conflictuarlas en sentido didáctico, es decir, con miras al aprendizaje, puesto que no se trata de recalcar de mala forma lo que no saben o decir que están mal de forma peyorativa, sino que poseen ideas alejadas a la ciencia, y en el desarrollo de aprendizaje se modificarán hacia nociones acercadas al conocimiento científico.

La parte del conflicto cognitivo como ya se mencionó en el apartado anterior va desde el balance de las ideas previas y su explicación, hasta la consolidación de las comisiones. Por tanto, pasaremos a la etapa de investigación, experimentación y matematización donde los alumnos dieron solución a la situación problema, misma que por efectos prácticos se dejará a continuación dividida en momentos y con el análisis previo que fue explicado en el apartado anterior.

___ Lo que les llama la atención.

[...] Lo que no saben.

(...) Lo que dicen que saben.

La maestra de educación física pretende llevar un equipo varonil y femenino a concursar en los [relevos 4x100] en las XVI Olimpiadas de Atletismo de Escuelas Secundarias en Zacatecas. Las carreras se llevarán a cabo en [Juchipila el 1 y 2 de octubre en la Unidad Deportiva]. Para ahorrar dinero en gasolina quiere seleccionar el camino más corto. Además, habrá que encontrar [(quién es más rápido y veloz)] en una competencia para presentar pruebas de forma científica que deberán [enviar a su correo], para comprobar la veracidad de los datos, seleccionando a los equipos que irán a las Olimpiadas. Se sugiere la realización de un plan de acción para organizar el trabajo, y la (conformación de comisiones) para completar la tarea. Finalmente habrá que hacer una [presentación de los resultados a la comunidad escolar], donde por último [se extienda de forma virtual].

Lo primero que se hizo fue dejar a los estudiantes comenzar por seleccionar por dónde querían empezar para abordar la situación problema. Esto los llevó a que, mediante la orientación del profesor, partir del apartado ahorrar dinero en gasolina para seleccionar el camino más corto. Lo primero que hicieron los estudiantes fue conceptualizar la trayectoria y el desplazamiento. El primero se definió como el camino total recorrido entre dos puntos, cuya distancia recorrida es referida a todos los lugares por donde pasa un móvil. El segundo concepto se entendió como una línea recta imaginaria del punto inicial a al punto final b .

Así fue como en un mapa trazaron el desplazamiento desde el municipio de Jerez, donde se ubica la escuela secundaria, hasta la Unidad Deportiva de Juchipila, con una línea recta. Por otra parte, con otro color trazaron todos los lugares por donde pasarían en dado caso de ir a competir: Jerez,

Malpaso, Villanueva, Tabasco, Huanusco, Jalpa, Apozol y Juchipila. En el mapa se agregó el título, la definición de trayectoria y desplazamiento, marcadores para cada concepto, y el trazo de las líneas con distintos colores según los marcadores. Con lo anterior, los estudiantes elaboraron una tabla de datos para ahorrar dinero en gasolina.

Se les planteó la situación a los estudiantes que podrían viajar por dos caminos. El primero es por la carretera libre de peaje, la segunda por una carretera de cuota (como un supuesto hipotético esta última), ya que en México existen por todo el país carreteras privadas concesionadas por el gobierno donde se cobra por transitar en ellas. Los estudiantes analizaron los *pros* y *contras* de viajar por una y otra, ya que normalmente la de cuota es más adecuada porque cuenta con seguridad y tiene un buen mantenimiento.

El costo por transitar por el camino dos, es decir, la carretera de cuota es de \$80 para el carro y \$120 para un camión. Enseguida, se les comunicó que se podría viajar en dos carros, ya que los relevos 4x100 tienen la característica de correr cada integrante del equipo 100 metros planos y entregar la estafeta para completar los 400 metros que componen la pista de atletismo. Además, estaba la opción de viajar en camión, que tenía un costo extra de \$1200 que es lo que cobraría el conductor del autobús por llevar y traer a los competidores.

Se sabe que los autos solamente utilizan gasolina magna y premium en los que se viajarían; y el camión solo utilizaría premium (agregado hipotético) y diésel. Se investigaron los precios de la gasolina por litro en septiembre del 2022, encontrando que el precio de la gasolina magna \$21.86; diésel \$23.39; y premium \$23.77.

Con estos datos se les indicó a los estudiantes que debían sistematizar la información en una tabla de datos para elegir la mejor opción de acuerdo a dónde se gastaría menos dinero para retomar la parte de la situación problema que habla de *ahorrar dinero en gasolina*, por lo que después de varios intentos por parte de los alumnos, y organizarse solos para encontrar los resultados con la supervisión del docente, la acomodaron y completaron como se muestra en la Tabla 16. No fue sencillo porque las ideas intuitivas los hacían decantarse por elegir la gasolina con el precio menor, pese a que el rendimiento por litro no era el más óptimo.

Tabla 16

Datos que explican la trayectoria para concursar en las Olimpiadas de Atletismo

Tabla de datos para seleccionar el camino más corto y ahorrar dinero en gasolina							
Caminos	Distancia	Vehículo	Gasolina	Rendimiento	Extras	Sub total	Total
Camino 1	186 km	Carro	Magna \$21.86	20 Km/Lt	\$0	\$203.2. \$406.58	\$813.16
			Premium \$23.77	25 Km/Lt	\$0	\$176.84 \$353.68	
		Camión	Premium \$23.77	25 Km/Lt	\$1,200	\$1,376.84	\$2,753.68
			Diesel \$23.99	30 Km/Lt	\$1,200	\$1,345	\$2,690
Camino 2	200 km	Carro	Magna \$21.86	20 Km/Lt	\$80	\$298.6 \$597.2	\$1,184.4
			Premium \$23.77	25 Km/Lt	\$80	\$270.16 \$540.32	\$1,080.64
		Camión	Premium \$23.77	25 Km/Lt	\$1,200 \$120	\$1,510.16	\$3,020.32
			Diésel \$23.99	30 Km/Lt	\$1,200 \$120	\$1,475.93	\$2,951.86

Nota. Elaboración propia a partir de la tabla de datos terminada para este problema por los alumnos.

Cuando se les preguntó a los estudiantes sobre qué camino seguirían, la gran mayoría seleccionó el camión con diésel por el rendimiento, algunos por el primer camino, otros por el camino dos. Quienes decidieron que, en carro, la mayoría eligió el camino uno, pero con gasolina magna por ser más barata. Los estudiantes no conocían la relación entre el precio de la gasolina, la distancia y el rendimiento del combustible. Otro error frecuente fue considerar solo la llegada, y no que en carro serían dos vehículos, por lo que el precio se multiplicaba al doble. Además, no consideraron que no solo sería viaje de ida, sino de vuelta.

Cuando se iban dando cuenta de ello por prueba y error, fue necesaria la intervención del maestro para socializar la importancia de las ideas previas que carecen de sustento científico, no están verificadas, y cuando se usan de manera informal, es probable que los estudiantes lleguen a conclusiones erróneas. Además, también se hizo hincapié en el trabajo colaborativo, puesto que algunos estudiantes se habían dado cuenta del problema y decidieron no decir nada, así que esa reflexión ayudó a que en el futuro se involucraran más. De este ejercicio, también se destacó la

importancia de sistematizar la información, organizarla y elaborar tablas de datos para poder analizar la información de mejor manera.

Una última finalidad radicó en que el docente tiene que ser un agente activo de su práctica, y estar atento a los educandos que muestren dificultades en estas primeras fases de la investigación, puesto que serán, regularmente, quienes necesiten apoyo en futuras actividades didácticas que se les presenten. Fue así como los estudiantes comenzaron a internalizar el proceso metodológico de la ciencia, y la necesidad de sustento con información comprobada y verificable para afirmar lo que se dice. Decidieron finalmente viajar por el camino uno de carretera de libre peaje, en dos carros, con gasolina premium para ahorrar dinero en gasolina, además de que es el camino más corto.

Posteriormente se les pidió que realizaran una investigación de movimiento, por lo que se decidió que era pertinente hacer la recopilación de información de rapidez, velocidad y aceleración, en tanto de cada uno de estos aspectos se encontrara la definición, fórmula, unidades y cantidad, así como los aspectos que se necesitan para graficarlos y su intencionalidad. Los alumnos, tras la actividad anterior, propusieron pasar esta información en una tabla de datos, lo cual no era lo más adecuado.

Este es un problema que sucede recurrentemente, puesto que los alumnos cuando aprenden algo, lo quieren aplicar a otro contexto que en muchas ocasiones es productivo, pero algunas veces se vuelve contraproducente porque se fragmenta el conocimiento o se esquematiza la información de forma inadecuada. Por tanto, realizaron la investigación, y posteriormente la sistematizaron en una serie de datos, quedando de la siguiente manera.

Investigación rescatada de internet:

a) Rapidez.

Definición: es un concepto que involucra distancia y tiempo, y se define como el cociente entre la distancia recorrida y el tiempo que para recorrerla.

Fórmula: $r = (\text{distancia recorrida 'd'}) / (\text{tiempo empleado 't'})$ $r = d/t$

Unidades: Km/h o m/s

Magnitud: Escalar. No tiene dirección, ni sentido.

b) Velocidad.

Definición: es la magnitud que relaciona el cambio en la posición de un objeto, dividido entre el tiempo.

Fórmula: $v = (\text{cambio en la posición } \Delta x) / (\text{tiempo } \Delta t) = v = (\Delta x) / (t) = (x_f - x_i) / (t)$.

Unidades: Km/h o m/s.

Magnitud: Vectorial. Tiene magnitud, dirección y sentido.

c) Aceleración.

Definición: se define como el cambio de la velocidad de un objeto con respecto al tiempo.

Fórmula: $a = (\text{cambio de la velocidad}) / (\text{intervalo de tiempo}) = a = (\Delta v) / (\Delta t) = (v_f - v_i) / (t_f - t_i)$.

Unidades: Km/h² o m/s².

Magnitud: Vectorial. Tiene magnitud, dirección y sentido.

Se nota como en esta investigación se rescatan aspectos de las principales páginas de internet que se encuentran los estudiantes, sin la más mínima reflexión, debido a que solo entienden la investigación como traer la información que el docente les pide, sin un análisis previo. Sabiendo esto, se les pidió a los alumnos volver a realizar la investigación, pero ahora de su Libro de Texto Gratuito que se les entrega al principio del año por el gobierno. Lo cual se plasma a continuación.

Investigación rescatada del Libro de Texto Gratuito

a) Rapidez.

Definición: indica el movimiento de un objeto entre dos posiciones; es la razón de cambio de la posición en una unidad de tiempo.

Fórmula: $s = d / t$

Unidades: Km/h o m/s

Magnitud: Escalar.

b) Velocidad.

Definición: es la relación que se establece entre el espacio o la distancia que recorre un objeto y el tiempo que invierte en ello.

Fórmula: $v = \Delta x / \Delta t$

Unidades: Km/h o m/s.

Magnitud: Vectorial.

c) Aceleración.

Definición: es el nombre que le damos a cualquier proceso donde la velocidad cambia.

Fórmula: $a = (v - v_o) / (t) = (\Delta v) / (\Delta t)$.

Unidades: Km/h² o m/s².

Magnitud: Vectorial.

Para esta investigación, se consolida más la noción de movimiento; sin embargo, para los usos prácticos que la situación problema requería, y para modificar las ideas previas, se pensó en socializar las investigaciones y con ayuda del docente, se estableció la tabla de datos (Tabla 17) que habían propuesto los alumnos para consolidar el conocimiento conceptual del cual se partiría para realizar la recopilación experimental de datos. Porque era necesario esclarecer errores conceptuales incluso en el libro de texto, donde presentan la velocidad como escalar, e incluso la fórmula así lo plantea.

Tabla 17

Sistematización de investigación y ordenamiento de datos a partir del proceso de investigación

Similitudes y diferencias del movimiento de los objetos				
Subtema	Definición	Unidades	Magnitud	Gráfica
Rapidez	Es la distancia recorrida en un tiempo determinado, y se calcula mediante el desplazamiento en línea recta, e involucra distancia y tiempo.	$r = d/t$	Escalar.	Distancia sobre tiempo. Línea recta.

Velocidad	Se refiere al lapso de distancias en lapsos de tiempo determinados. Se calcula segmentando una recta en partes para matematizar los lapsos de distancia.	$V = \frac{(df-di)}{(tf-ti)}$	Vectorial.	Distancia sobre tiempo. Línea variable.
Aceleración	Es el cambio de la velocidad en un lapso de tiempo determinado. Es el cambio de la velocidad de un objeto con respecto al tiempo.	$a = \frac{(vf-vi)}{(tf-ti)}$	Vectorial.	Velocidad sobre tiempo. Línea variable

Nota. Es de elaboración propia a partir de las producciones de los alumnos.

Se nota como las ideas sobre el movimiento conforme a los subtemas a trabajar están más claras una vez que la investigación se guía de forma adecuada didácticamente. Aunque la intención del presente trabajo no es analizar las investigaciones y explicarlas a detalle, se cree que otro aspecto central que conlleva una metodología adecuada es precisamente la forma en que se dirigen las pequeñas investigaciones en la educación secundaria (SEP, 2006). Por ahora esto sirve para retomar dicho proceso y partir a la idea de un método científico.

En este proceso de investigación, se abordó la noción de método científico de forma empírica. Los estudiantes tomaron los pasos de dicho método propuestos por el profesor como una actividad que debían realizar porque es la manera correcta de hacer ciencia. Sin embargo, no se llegó al momento de reflexión donde se establece la comprensión del proceso del método científico.

Aun así, después de la investigación, se entendió que era importante realizar la experimentación ya que se había investigado sobre los aspectos relevantes del movimiento. En el siguiente fragmento de autorregistro se muestra cómo fue el tratamiento de la investigación para proceder a la experimentación, que llevara a la recopilación de información; permitiendo la matematización del fenómeno, para pasar a la fase de consolidación del cambio conceptual.

Mo. Bien, ahora que tienen su investigación, ¿alguien sabe por qué se hace antes de la experimentación, y la experimentación antes de la matematización?

Aa. Porque cómo vamos a poder hacer los cálculos si no sabemos ni siquiera las fórmulas.

Mo. Bien. Porque de la investigación podemos recuperar las fórmulas. Pero, ¿por qué primero se hace la investigación, luego se experimenta?

Aa. Porque en la investigación aprendemos todo de rapidez, velocidad, aceleración y así, y con eso podemos saber cómo hacer el experimento.

Mo. Entonces, va en ese orden, primero de la investigación rescatamos los conceptos, la fórmula, las unidades en que se miden la rapidez, velocidad y aceleración, y si es una magnitud escalar o vectorial. Y ya lo tienen en su sistematización de investigación. Y así, podemos pasar a experimentar, porque

de ahí encontramos cómo se entiende la velocidad, y saber cómo hacer el experimento de velocidad, y así con la rapidez y aceleración. Y enseguida, de estos experimentos rescatamos los datos necesarios para poder realizar los cálculos, sino de dónde los vamos a sacar.

Aa. Entonces, ¿cómo vamos a hacer los experimentos?

Mo. Ah bueno, es que la situación problema nos pide algo. En sí, ¿qué nos pide?

Ao. Pues ver quién va a competir en las Olimpiadas.

Mo. Y, ¿cuántas personas debemos llevar a competir del grupo?

Ao. Cuatro hombres y cuatro mujeres.

Mo. Bien, porque en la carrera de atletismo son relevos 4x100, que ya saben lo que significa, cuatro personas que cada uno corra cien metros para en total que sean los 400 metros. Entonces, si corremos cien metros, ¿dónde es el lugar más apropiado para hacer dichas pruebas dentro de la escuela?

Aaos. En la cancha.

Mo. Perfecto, en la cancha de fútbol. En Educación física les dijeron cuánto mide la cancha. ¿Alguien sabe?

Ao. La maestra nos dijo que mide 90 de largo.

Mo. Entonces para completar tendríamos que tomar 10 metros más, ya sea cinco de cada lado, o diez de un solo lado para empezar antes o pasarnos poquito. Entonces ahí será la experimentación. Oiga, y ya sé dónde haré las pruebas, pero, desde la definición de rapidez, velocidad y aceleración, ¿cómo le hago para recopilar los datos para poder organizarlos de forma adecuada, es decir, el levantamiento y registro para conocer quién es más rápido o veloz de forma científica?

/Hay un silencio por parte de los alumnos/.

Mo. A ver, ¿cómo se define rapidez?

Aa. Una distancia recorrida en un determinado tiempo.

Mo. ¿Cómo le haríamos para poder registrar una distancia recorrida en un tiempo determinado?

Ao. Pues que alguien corra y los demás le tomamos el tiempo.

Mo. Entonces, para correr y medir el tiempo, ¿qué se necesitaría?

Aa. ¿Cómo?

Mo. Sí, dice Manuel que es necesario que alguien corra y tomar su tiempo. Pero, ¿qué se necesita para eso?

Aa. Ah, pues un reloj, o un, cómo se llama, un...

Ao. Un cronómetro.

Aa. Pero maestro, ¿nos podemos traer el celular?

Mo. Exacto, un cronómetro. Claro, con el celular se puede si ya todos lo tienen integrado. ¿Y solo vamos a medir el tiempo? Porque la rapidez es una distancia recorrida en un tiempo determinado. Lean bien, una distancia en un tiempo.

Aa. Entonces tenemos qué medir.

Mo. Bien, y ¿con qué podemos medir?

Ao. Con una regla.

Mo. ¿Con una regla medimos los cien metros? ¿Con qué más podemos medir que sea mejor y más exacto?

Ao. Con una cinta.

/Se escucha entre los alumnos que algunos de sus papás tienen cinta de medir debido a sus oficios/.

Mo. Bien, entonces sabemos que deberemos medir de cada uno de nosotros la distancia y el tiempo, para lo cual como decía su compañero, deben irse cambiando para que lo puedan sacar. Pero, por otro lado, también deben sacar la velocidad. ¿Cómo se define la velocidad?

Ao. Es el recorrido de lapsos de distancia, en lapsos de tiempo.

Mo. ¿A qué se refiere cuando dice lapsos?

Aa. Como...

Mo. ¿Alguien?

Aa. Algo así como un lapso, o sea como un pedazo o una parte.

Mo. Bien, eso sería, así de fácil. ¿Entre cuántas "pedazos" podemos partir la recta de cien metros una vez que la midamos?

Ao. En diez, así de diez en diez.

Mo. Entonces tendrían que recabar mucha información. ¿Alguien más?

Ao. Pues entonces de veinte en veinte.

Mo. De veinte en veinte ¿cuántas partes tendría?

Aaos. Cinco.

Mo. Está bien, pero también podemos partir la recta no tanto y aún así los datos estarían bien.

Ao. En dos partes.

Mo. Entonces así solo habría dos velocidades, de los cero a los cincuenta metros y de ahí, hasta los cien. Pero no sería tan exacto.

Aa. Entonces de cuatro.

Mo. Sí, de cuatro estaría bien, ¿cada cuántos metros?

Aa. Cada 25 metros.

Mo. Muy bien. Ahora, ¿Cómo se les ocurre que podamos organizar el levantamiento de estos datos a partir de nuestro experimento? A ver sí me explico /Dice el profesor mientras anota en el pizarrón la palabra rapidez/, para rapidez, tenemos que una persona va a correr desde cero metros, hasta cien metros, entonces me dicen que alguien debe correr, y los demás medir. ¿Cómo harán esto? Recuerden lo que significa el marco de referencia.

Ao. Una persona corre, otra persona anota, y alguien toma el tiempo.

Mo. ¿Y dónde se pondrá quien toma el tiempo?

Aa. Al principio para saber cuándo sale.

Mo. ¿Pero sí será buen referente?

Ao. Más bien tendría que estar al final o a la mitad.

Mo. ¿Qué opinan los demás?

Aaos. Pues en medio y hacer señales todos para medir bien.

Mo. Exacto, así evitaríamos errores de medición. Pero además me refería que, ¿cómo lo registrarían? ¿En dónde? ¿Cómo organizarían los datos de la distancia y el tiempo?

Aa. En la libreta, anotando la distancia y el tiempo. Así como está en el pizarrón, en una recta, y así ponemos el tiempo de todos.

Mo. Bien, y ya que tengan la recta, ¿cómo pueden estructurarlo en una tabla?

Aa. Igual, pero ya en forma de tabla.

Mo. A ver dime cómo.

Aa. Sí, pues poner por ejemplo el nombre de la persona, la distancia y el tiempo.

Mo. Muy bien. Así ya tenemos cómo organizar la rapidez, tanto los instrumentos, la recta y la tabla de datos. ¿Y para la velocidad?

Ao. Pues sería igual, ¿no?

Mo. ¿Cómo?

Aa. Pues poner la recta.

Mo. Pero acuérdense de lo que dijimos de la velocidad, lapsos, lo que significaría un lapso.

Aa. Entonces la recta la dividimos cada 25 metros y así con la tabla de datos.
/El maestro asiente y dibuja la recta de velocidad y una tabla de datos como indica la alumna/.

Mo. Finalmente, por qué no les dije nada de aceleración. ¿Cómo se define la aceleración? Busquen en su investigación, o en la sistematización de la investigación.

Ao. Es el cambio de velocidad en un lapso de tiempo determinado.

Mo. ¿Y eso qué significa?

Aa. Pues que cambia de velocidad.

Mo. Sí, pero qué significa. ¿Es cuando qué?

Ao. Cuando cambia la velocidad.

Mo. Bien, y si lleva una velocidad y aumenta, ¿qué significa?

Ao. Que acelera.

Mo. ¿Y si alguno de ustedes lleva una velocidad y disminuye?

Ao. Que desacelera.

Mo. Pues bien, entonces vamos a realizar los experimentos, pero antes, como se comentó, esto lo tendrían que realizar por comisiones, y deberán antes de ir al campo, anotar las rectas y tablas de datos para que puedan completarlas.
/Los alumnos las pasan, y conforme van acabando, se les encarga de tarea dividirse el material para que lo puedan llevar y al otro día tomar las medidas/.

El anterior fragmento de autorregistro tiene varios momentos, pero se decide ponerlo completo porque da un panorama claro de cómo fue el proceso de resignificación de las ideas previas a partir de la investigación y experimentación, lo que llevaría a los estudiantes a la matematización del fenómeno físico que se está estudiando, con lo cual se presenta una comprensión explícita del proceso de construcción de aprendizaje.

Fue así como, después del proceso de investigación para interpretar y apropiarse de los conceptos, los estudiantes salieron a experimentar al patio de la escuela a registrar su rapidez en 100 metros planos, utilizando una cinta de medir y un cronómetro en cada una de las comisiones que conformaron. De ello, hicieron una recta para cada integrante de la comisión, una tabla de datos, la sistematización matemática, y las gráficas de distancia contra tiempo.

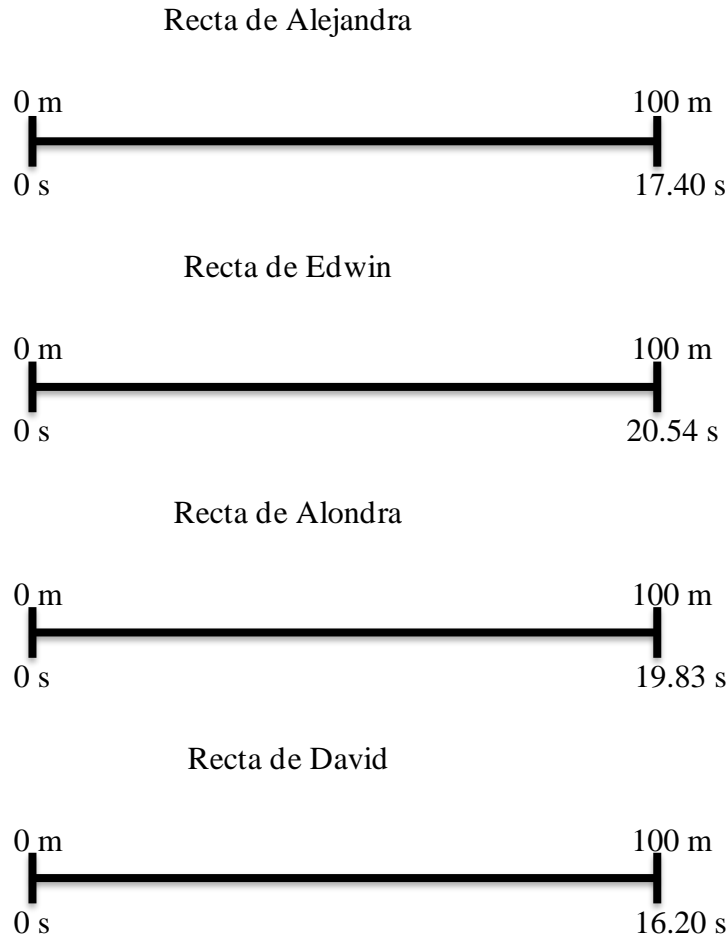
Posteriormente segmentaron cada 25 metros para obtener cuatro tiempos parciales a los 25 metros, 50 metros, 75 metros, y 100 metros, lo que les permitió realizar una recta de cada uno de los integrantes de su comisión, así como tablas de datos individualizadas y gráficas personalizadas. Con esto, lograron estructurar la rapidez, velocidad, y aceleración una vez recopilados los datos. El ejemplo siguiente, se muestra a partir de la comisión de matematización, reflejando el proceso desde la alumna María Alejandra y su equipo, pero todas las comisiones lo hicieron de la misma forma.

Se observa como realizaron un experimento en el que recopilaron la información de cada integrante, para posteriormente organizarla de tal manera que les permitiera realizar los cálculos correspondientes, e interpretar el fenómeno de la rapidez media de mejor manera. Lo anterior ayudó a conceptualizar adecuadamente los contenidos a trabajar y la noción de que la rapidez es una distancia recorrida en un tiempo determinado, reflejando el desplazamiento, de forma escalar.

El ejercicio de matematización de la rapidez donde se crearon las rectas con la distancia y el tiempo recorrido, se elaboró por todas las comisiones del grupo para que todos los estudiantes pudieran realizar el ejercicio, no solo una comisión o algunos alumnos, lo que fragmentaría el conocimiento y al verse parcializado, no se construiría el aprendizaje significativo, lo cual es objeto de este estudio, con base en el cambio conceptual. En la Figura 3, se presenta la muestra elaborada por la comisión de la alumna Alejandra.

Figura 3

Rectas de rapidez: comisión de matematización



Nota. Elaboración propia con los datos de la comisión de matematización.

Los ejes muestran las variables de la distancia en metros y el tiempo total del recorrido en segundos y fracciones, en tanto representación gráfica de la fórmula que matematiza el concepto de la rapidez, a través del cociente: $100/16.2 = 6.172$ metros recorridos por segundo para el caso de David, por ejemplo.

Cabe recordar que la obtención de los resultados fue de forma experimental midiendo los 100 metros, y corriendo para encontrar el tiempo hecho por cada uno; además de que alternaban los roles para que las mediciones fueran lo más exactas posibles con los instrumentos de medición que utilizaron. Posteriormente se sistematizó la información en la Tabla 18 que resume los datos de la rapidez que desarrollaron los integrantes de las comisiones, donde se presentan los nombres de los

representantes de las comisiones del grupo de secundaria, la distancia que habría de recorrer cada integrante de la competencia de relevos 4X100, y el tiempo total del recorrido.

Tabla 18

Datos de rapidez de la comisión de matematización

Nombres	Distancia	Tiempo
Alejandra	100 m	17.40 s
Edwin	100 m	20.54 s
Alondra	100 m	19.83 s
David	100 m	16.20 s

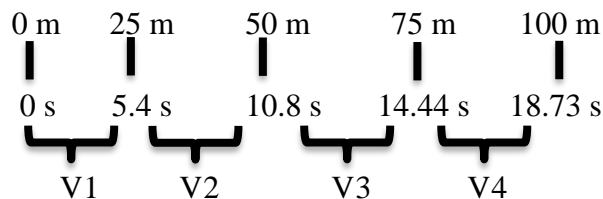
Nota. Elaboración a partir de los datos de la estudiante Alejandra, de la comisión de matematización.

El contenido muestra el resumen de los datos del recorrido y el tiempo para alimentar la matematización del cambio conceptual de los estudiantes de física, aspecto que servirá para conceptualizar más adelante la matematización del fenómeno en tanto aplicación de la fórmula para encontrar cómo es que las variables físicas están presentes de forma independiente de lo que pensaban en sus ideas previas en un inicio de la instrucción de este tema, y la situación problema.

Enseguida también recabaron los datos de velocidad, donde el recorrido de igual forma consta de 100 m. Aquí seccionaron en cuatro partes, cada una de 25 metros, y se asocian los trayectos con las aceleraciones diferenciadas por tramos, para obtener y visualizar el valor resultante de las velocidades por secciones. Se muestra el caso del equipo que coordina Alejandra (Figura 4).

Figura 4

Recta de velocidad por tramos de Alejandra



Nota. Elaboración propia con los datos de velocidad de la estudiante Alejandra.

La figura representa el cambio conceptual vivido desde el conocimiento empírico de la velocidad en términos convencionales al conocimiento específico de las velocidades diferenciadas en cada uno de los tramos en que se dividieron los 100 metros, puesto que ayuda de forma experimental a vivir el fenómeno, siendo un aspecto relevante para que ocurra el cambio en términos representacionales, y sea significativo el aprendizaje. Estos valores se deben organizar en una tabla de datos (Tabla 19).

Dicha tabla contiene cuatro columnas: nombre, velocidad, distancia y tiempo que representan los datos de velocidad del equipo que coordinó Alejandra, el avance en la tabla es que las velocidades de cada tramo ahora se analizan según la distancia inicial de tramo con la distancia inicial y final a través del cociente del tiempo inicial y tiempo final de tramo, un detalle para superar el conocimiento preliminar y el inicio del proceso del cambio conceptual.

Los estudiantes se dieron cuenta de que la distancia final del tramo anterior, podría ser la distancia inicial del siguiente, lo mismo con el tiempo. Esto ayuda a conceptualizar la noción de velocidad en tanto se defina como el recorrido en lapsos de distancia, entre lapsos de tiempo específicos. Así es como la alumna fue asignando sus distancias inicial y final, y sus tiempos inicial y final para cada velocidad.

Tabla 19

Datos de velocidad de Alejandra, integrante de la comisión de matematización

Nombre	Velocidad	Distancia		Tiempo	
Alejandra	V1	di= 0 m	df= 25 m	ti= 0 s	tf= 5.4 s
	V2	di= 25 m	df= 50 m	ti= 5.4 s	tf= 10.8 s
	V3	di= 50 m	df= 75 m	ti= 10.8 s	tf= 14.44 s
	V4	di= 75 m	df= 100 m	ti= 14.44 s	tf= 18.73 s

Nota. Elaboración propia con los datos de Alejandra.

Estos fueron los datos rescatados a partir de la experimentación que realizaron los alumnos cuando salieron y midieron la cancha, y anotaron sus tiempos a cada 25 metros, tomando en cuenta la interpretación de los datos de la investigación. Lo anterior, les permitió a los estudiantes conocer los datos que posteriormente les ayudarían a realizar los cálculos. Es decir, sistematizaron toda la

información que tenían recabada de forma experimental en las rectas, de acuerdo con los subtemas: rapidez, velocidad, aceleración, para después organizarlos en tablas de datos.

Enseguida, se procedió con la sistematización matemática de la rapidez (Tabla 20), al realizar los cálculos con los datos recabados y organizados. Los cálculos se muestran en la tabla que se compone de las columnas de nombre, datos, fórmula, sustitución de datos en la fórmula, la ejecución de la operación, y el resultado; datos y evidencias recuperadas en el proceso de experimentación, donde desde la etapa de investigación se conceptualizó el contenido a trabajar. Así es como se desarrolla el proceso de un ordenamiento lógico para acompañar la reflexión de los integrantes de los equipos en comisiones.

Tabla 20

Cálculos de rapidez de Alejandra y de la comisión de matematización

Sistematización matemática de rapidez: Alejandra					
Nombre	Datos	Fórmula	Sustitución	Operación	Resultado
Alejandra	r = ¿...? d = 100 m t = 17.40 s	r = d / t	r = (100 m) / (17.40 s)	$\frac{100}{17.40} = 5.7$	r = 5.7 m/s
Sistematización matemática de rapidez – comisión de matematización					
Nombre	Datos	Fórmula	Sustitución	Operación	Resultado
Alejandra	r = ¿...? d = 100 m t = 17.40 s	r = d / t	r = (100 m) / (17.40 s)	$\frac{100}{17.40} = 5.7$	r = 5.7 m/s
David	r = ¿...? d = 100 m t = 16.20 s	r = d / t	r = (100 m) / (16.20 s)	$\frac{100}{16.20} = 6.17$	r = 6.17 m/s
Alondra	r = ¿...? d = 100 m t = 19.87 s	r = d / t	r = (100 m) / (19.87 s)	$\frac{100}{19.87} = 5.04$	r = 5.04 m/s
Edwin	r = ¿...? d = 100 m t = 20.54 s	r = d / t	r = (100 m) / (20.54 s)	$\frac{100}{20.54} = 4.86$	r = 4.86 m/s

Nota. Elaboración propia a partir de la producción de la comisión de matematización.

Se observa cómo cada alumno anotó su distancia y tiempo, posteriormente se agrega la fórmula y enseguida se sustituye cambiando las letras o variables por los números o valores, mismo que aplicando la fórmula, se divide la distancia entre el tiempo y se obtiene la rapidez media. Los alumnos pensaban inicialmente que era más rápido quien tenía un valor menor. Por ejemplo, Edwin sobre David, y cuando se cuestionó sobre el por qué los alumnos mediante una recta se dieron

cuenta que era referido a la distancia entre el tiempo recorrido, por lo que David recorría 6.17 metros a cada segundo, mientras que Edwin apenas 4.86 metros cada segundo, siendo más rápido David sobre Edwin, y Alejandra sobre Alondra.

De forma similar a los cálculos de rapidez, se procedió a organizar los de velocidad donde la sistematización contenía los mismos apartados, pero esta vez con la recuperación de la fórmula de velocidad que segmenta las distancias en los lapsos de tiempo, mostrando cómo era su velocidad en cada uno de los segmentos de la recta, observando que en el tercer lapso alcanzó su velocidad máxima la estudiante Alejandra.

La Tabla 21, es un ejemplo de todas las sistematizaciones matemáticas que realizaron para este momento todos los estudiantes, encontrando sus cuatro velocidades en cada uno de los lapsos que, como ya se dijo, estaban segmentados a cada 25 metros, desde la idea de que la velocidad es una cantidad vectorial que posee magnitud, dirección y sentido, diciendo que se refiere al recorrido de lapsos de distancia, en lapsos de tiempo determinados.

Tabla 21

Cálculos de velocidad de Alejandra

Sistematización Matemática de Velocidad				
Datos	Fórmula	Sustitución	Operación	Resultado
V1= ¿...? di= 0 m df= 25 m ti= 0 s tf= 5.4 s	$V = \frac{df - di}{tf - ti}$	$V1 = \frac{(25 \text{ m} - 0 \text{ m})}{(5.4 \text{ s} - 0 \text{ s})}$	25 - 0 = 25 5.4 - 0 = 5.4 25 / 5.4 = 4.6	V1= 4.6 m/s
V2= ¿...? di= 25 m df= 50 m ti= 5.4 s tf= 10.8 s	$V = \frac{df - di}{tf - ti}$	$V2 = \frac{(50 \text{ m} - 25 \text{ m})}{(10.8 \text{ s} - 5.4 \text{ s})}$	50 - 25 = 25 10.8 - 5.4 = 5.4 25 / 5.4 = 4.6	V2= 4.6 m/s
V3= ¿...? di= 50 m df= 75 m ti= 10.8 s tf= 14.44 s	$V = \frac{df - di}{tf - ti}$	$V3 = \frac{(75 \text{ m} - 50 \text{ m})}{(14.44 \text{ s} - 10.8 \text{ s})}$	75 - 50 = 25 14.44 - 10.8 = 25 / 5.4 = 6.8	V3= 6.8 m/s
V4= ¿...? di= 75 m df= 100 m ti= 14.44 s tf= 18.73 s	$V = \frac{df - di}{tf - ti}$	$V4 = \frac{(100 \text{ m} - 75 \text{ m})}{(18.73 \text{ s} - 14.44 \text{ s})}$	100 - 75 = 25 18.73 - 14.44 = 5.4 25 / 5.4 = 5.8	V4= 5.8 m/s

Nota. Elaboración propia con los datos que obtuvo la alumna Alejandra.

Alejandra recupera de la tabla de datos que previamente realizó (misma que procede de la recta, que proviene a su vez del experimento, que se realizó con base en la investigación), los datos de las distancias iniciales y finales, así como los tiempos, posteriormente agregó la fórmula, y enseguida realizó la sustitución, para enseguida restar la distancia final con la inicial, y el tiempo final con el inicial de cada tramo, para el resultado de ambos dividirlo, así rescatando la velocidad. Se observó, para el caso, como en los primeros dos lapsos, la alumna mantuvo una velocidad de 4.6 metros por segundo, mientras que en tercer lapso aumento a 6.8 metros a cada segundo, para cerrar el último lapso de 75 a 100 metros, con una velocidad de 5.8 metros a cada segundo. Más adelante la estudiante a esta diferencia de velocidad le asignará el concepto de aceleración en tanto aumenta, desaceleración para el lapso final, o aceleración nula cuando la mantuvo. Por ahora, los cálculos se centran en conceptualizar la velocidad como ese recorrido en lapsos de tiempo entre lapsos de distancia, a diferencia de la rapidez.

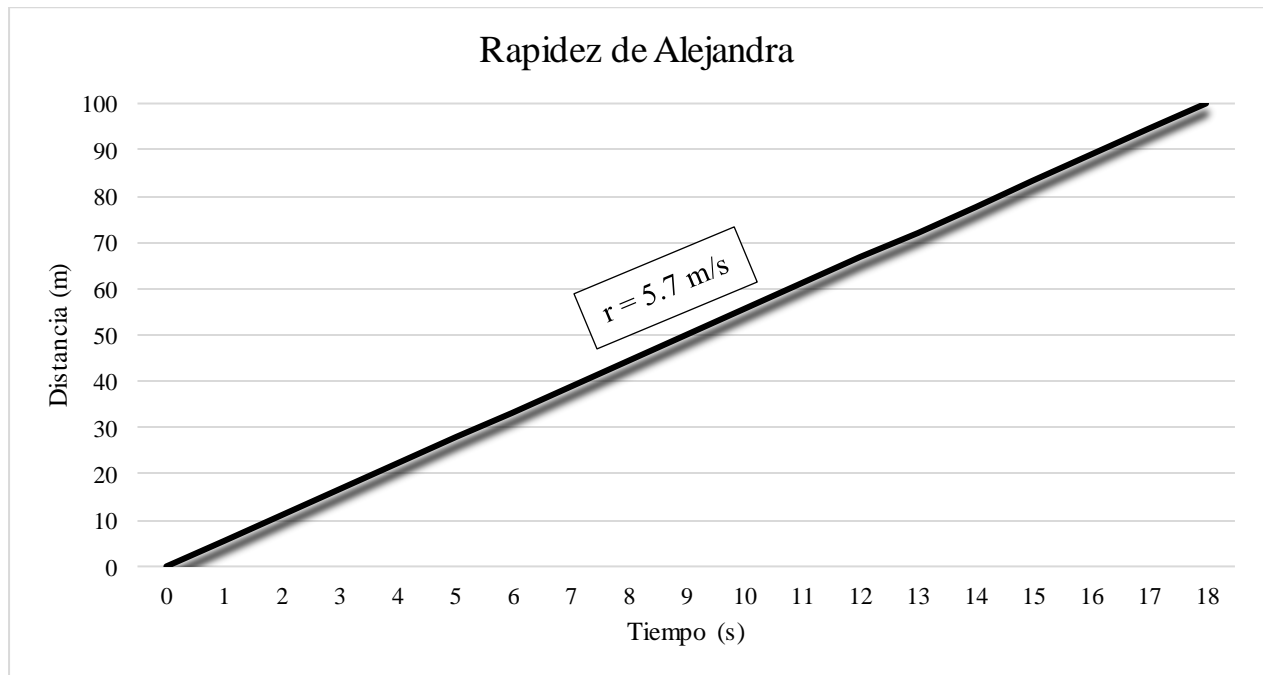
No solo de forma teórica se debe conocer el concepto de movimiento, sino que se vuelve necesario vivirlo para que las concepciones alternativas que se tenían en un principio puedan irse conflictuando hasta lograr la construcción global del fenómeno en tanto conceptos, habilidades, actitudes y valores. Es más factible que los estudiantes entiendan el fenómeno a que lo matematicen de forma aislada, pero cuando se conjuntan ambos aspectos, hay una conceptualización integral del mismo (AAA, 1997). Además, que en el desarrollo del proceso es donde se esclarece la diferenciación de conceptos como rapidez y velocidad, en tanto la primera es escalar y la segunda vectorial, además de que la rapidez es una distancia en un tiempo determinado, y la velocidad en lapsos.

Una vez que se tienen los datos matemáticos después de la investigación que conceptualiza los términos a utilizar en la experimentación, donde de forma empírica se recaban los datos para organizarlos en una recta, y sistematizarlos en una tabla para posteriormente pasar a elaborar los cálculos matematicando el fenómeno, se procede a realizar la gráfica que permite visualizar el vector de movimiento, tanto de rapidez, como de velocidad para interpretarlo desde la construcción gráfica del fenómeno. La culminación matemática del fenómeno de movimiento en una gráfica, abona al aprendizaje en el sentido de que al poder comprender cómo se relaciona el vector con el movimiento real que hicieron, pueden determinar y predecir movimientos futuros, lo que aporta a la construcción integral del movimiento desde el fenómeno matemático. Por otra parte, la noción

gráfica del fenómeno constituye una representación potente que permite conceptualizar el movimiento (Perkins, 2000). En la Figura 5, se muestra la representación gráfica de rapidez.

Figura 5

Gráfica de rapidez de Alejandra



Nota. Elaboración propia a partir de la gráfica de rapidez obtenida para la alumna Alejandra.

Se observa cómo en 17.4 s la alumna recorrió 100 m, dando como resultado una rapidez media de 5.7 m/s, lo cual se comparó con las demás gráficas de sus compañeros en la comisión y con los alumnos del salón, así como en última instancia con las personas que irían a las Olimpiadas de Atletismo de Escuelas Secundarias, y entendieron que el vector, es decir, el ángulo de inclinación, así como la longitud explican en términos gráficos y visuales el componente de la rapidez media.

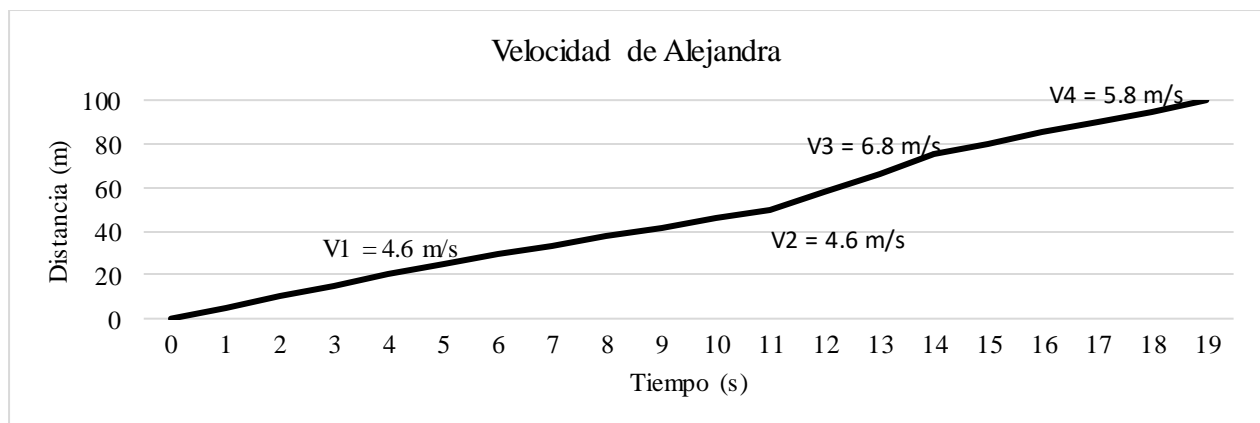
Finalmente, aquí es donde se permite comprender cómo es su distancia en el tiempo que se ve reflejado en el ángulo de inclinación del vector y la longitud de este. Esto se vuelve importante porque el cambio conceptual también prospecta una modificación metodológica y de habilidades para hacer ciencia (Pozo y Gómez, 2007), lo cual es necesario para construir aprendizaje significativo.

Para desarrollar la explicación anterior, se muestra como en la gráfica de velocidad de la alumna Alejandra que se presenta a continuación, para la velocidad cada uno de los vectores de los cuatro segmentos a 25 metros, tienen su propia inclinación, ejemplificando de forma certera la interpretación de los vectores que representan las velocidades que se encontraron en la matematización, lo que después llegaría a comprender cómo es el cambio de velocidad para dar cuenta del proceso de la aceleración, enlazando el conocimiento actual, con el nuevo. Se aprecia como en las primeras dos velocidades se mantiene como una constante teniendo como resultado el recorrido de 4.8 metros a cada segundo reflejándose en el vector hasta los 10.8 segundos, después aumenta la velocidad con lo cual el ángulo de inclinación del vector para la velocidad tres teniendo como resultado 6.8 metros recorridos a cada segundo, y finalmente un decremento del ángulo de inclinación con lo cual disminuye la velocidad quedando en recorrer 5.8 metros a cada segundo, completando así el total de las velocidades en cada uno de los lapsos hasta recorrer 100 metros.

Esta interpretación de gráficas distancia contra tiempo es importante en tanto abona al cambio conceptual para comprender que el movimiento se puede representar visualmente mediante una gráfica y esto puede ayudar no solo a comprender este tipo de movimiento, sino todas las gráficas que movimiento que vean en su entorno o en un futuro, siendo esto una de las máximas en la educación: poder aplicar lo que se aprende en otros contextos diferentes en donde fue aprendido. Esto en primera instancia es una interpretación de una gráfica de forma visual (Figura 6).

Figura 6

Gráfica de velocidad de Alejandra



Nota. Elaboración propia a partir de la gráfica de velocidad obtenida para la alumna Alejandra.

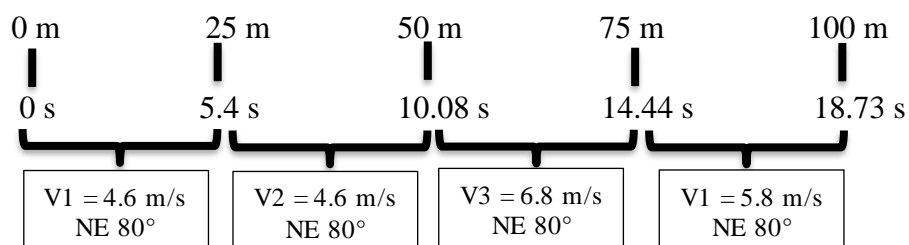
Una vez terminado lo anterior, después de elaborar los experimentos y rescatar los datos para poder hacer la matematización, se recurrió a modificar la recta de velocidad, para agregar los resultados, y agregar la dirección y el sentido del vector ya que es una magnitud vectorial precisamente, a través de medir con una brújula en el campo la dirección y el sentido hacia donde corrieron. Quizá anteriormente analizando la diferencia entre rapidez y velocidad desde la definición, fórmula, unidades y los datos que arroja en la magnitud, pudiera ser suficiente.

Pero no es hasta que los estudiantes hacen uso de la medición experimental de la dirección y el sentido cuando le encuentran relevancia, aunque el usar la brújula y siempre tener la misma dirección y sentido de la velocidad no es una actividad relevante, si se comprende la noción de vector, lo cual será una base fundamental para abordar el tema de fuerza posteriormente.

Entonces, los estudiantes utilizaron la recta que tenían en un principio cada uno de ellos (Figura 3), y posteriormente después de realizar los cálculos al hacer uso de la tabla de datos (Tabla 18), y organizarlos en la sistematización matemática de velocidad (Tabla 20), agregaron los resultados para completar la recta como se presenta en la Figura 7, a la vez que le agregaban la dirección y el sentido, para consolidar el conocimiento de magnitud escalar y vectorial.

Figura 7

Rectas de velocidad terminada de Alejandra



Nota. Elaboración propia a partir de la recta de velocidad obtenida por la alumna Alejandra.

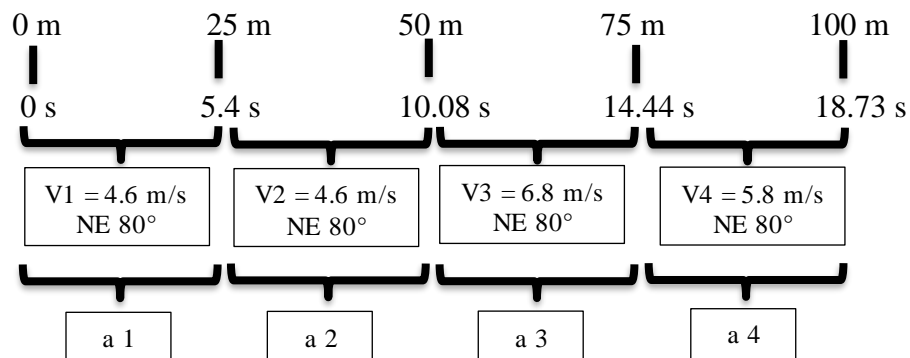
Se puede observar cómo la alumna, a la recta que tenía en principio con los datos empíricos de la distancia y el tiempo en cada uno de los cuatro lapsos hasta llegar a 100 m, agrega sus velocidades y conceptualiza la magnitud escalar y vectorial en tanto diferencia que esta última se compone de dirección y sentido. Así es como la situación problema se va resolviendo en la medida que los

estudiantes van completando las tareas que se les piden, mismas que están presentes en el plan de acción que hicieron y que van finalizando en cada comisión. Esto abona a la construcción de sentido científico en tanto sistemático, organizado, verificable, experimental, y comunicable (Bravo, 1997).

Siguiendo el mismo proceso, la estudiante realizó la recta, tabla de datos, sistematización matemática y gráfica de aceleración para completar la parte de los cálculos de aceleración. Comenzó elaborando la recta (Figura 8), pero ya no realizó el experimento y recogida de datos, ya que se obtuvieron en la experimentación de velocidad las distancias y tiempos que, calculando la velocidad, se hizo uso de ellos para poder encontrar la aceleración.

Figura 8

Rectas de aceleración de Alejandra



Nota. Elaboración propia a partir de la recta de aceleración obtenida por la alumna Alejandra.

Así fue como una vez terminada la recta de velocidad, como se explicó anteriormente, enlazaron ese conocimiento de forma significativa, para que, utilizando los datos de velocidad, poder calcular la aceleración encontrando relevancia en los datos que ya tenían y no ver ese contenido de forma aislada que no abona al aprendizaje significativo ya que el alumno lo interioriza como mecánico, lo cual lo hace inerte al momento de aplicarlo en su vida (SEP, 2022; Perkins, 2000). La intención ahora sería encontrar la aceleración para cada tramo, donde a simple vista se puede ver que mantiene la velocidad en los primeros dos tramos, lo que refleja una aceleración nula, para después incrementar la velocidad dando como resultado la aceleración, y cerrando en el último tramo con una disminución de la velocidad lo que ejemplifica la desaceleración.

Los alumnos sabían, desde la etapa de investigación que el cambio de velocidad refleja la aceleración, en tanto se mantenga, aumente o disminuya, por tanto, ahora solo debían encontrar la cuantificación de ello. Con lo anterior, se organizaron los datos sistematizándolos en una tabla de datos que contenía nombre del corredor o corredora, posición de la aceleración, velocidades divididas en inicial y final, y tiempos divididos de igual manera. Cabe recalcar que la velocidad final de un tramo, consecuentemente es la inicial del siguiente, lo mismo pasa con el tiempo, si seguimos el acomodo de la recta de aceleración de la figura 8, dando como resultado la Tabla 22.

Tabla 22

Datos de aceleración de Alejandra

Tabla de datos de aceleración			
Nombre	Aceleración	Velocidad	Tiempo
Alejandra	a1	vi = 0 m/s vf = 4.6 m/s	ti = 0 s tf = 5.4 s
	a2	vi = 4.6 m/s vf = 4.6 m/s	ti = 5.4 s tf = 10.8 s
	a3	vi = 4.6 m/s vf = 6.8 m/s	ti = 10.8 s tf = 14.44 s
	a4	vi = 6.8 m/s vf = 5.8 m/s	ti = 14.44 s tf = 18.73 s

Nota. Elaboración de la alumna Alejandra en su libreta

Se observa como la estudiante organiza la información antes de pasar a los cálculos, lo que le permite entender que hay otras formas de sistematización de datos diferente a la velocidad y sobre todo a la rapidez, ya que implica estructurar de mejor forma los datos que se van obteniendo a lo largo del proceso de resolución de la situación problema. No hay una forma única de ordenar los datos, pues cada uno puede hacerlo de la manera más representativa según su interpretación, pero sobre todo, entendiéndolo que se va a explicar a otros, por lo que tiene que tener coherencia lógica para que pueda ser entendido por todos.

Las tablas de datos organizan precisamente eso, los datos, y cada vez se van complejizando más, por tanto, metodológicamente también aprenden a estructurar y acomodar las variables pudiendo extrapolarlo a otros fenómenos, además de que ayuda a cumplir con una base de la ciencia: sistematicidad y organización. Es decir, con este proceso entendido, los estudiantes comprenden la

intención de porqué hacen lo que se pide en la situación problema, y van adoptando de forma racional una manera de hacer ciencia desde una visión sistemática, organizada y rigurosa de obtención, análisis y reflexión de datos, pudiendo aplicarlo para la comprensión de otros temas, encontrando realmente un cambio conceptual significativo (Pozo y Gómez, 2013). Posteriormente, pasan a realizar los cálculos de aceleración con los datos organizados en la Tabla 23.

Tabla 23

Cálculos de aceleración de Alejandra

Sistematización matemática de aceleración				
Datos	Fórmula	Sustitución	Operación	Resultado
$a1 = ?$ $v_i = 0 \text{ m/s}$ $v_f = 4.6 \text{ m/s}$ $t_i = 0 \text{ s}$ $t_f = 5.4 \text{ s}$	$a = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i}$	$a = \frac{(4.6 \text{ m/s}) - (0 \text{ m/s})}{(5.4 \text{ s}) - (0 \text{ s})}$	$4.6 - 0 = 4.6$ $5.4 - 0 = 5.4$ $4.6 / 5.4 = 0.85$	$a1 = 0.85 \text{ m/s}^2$
$a2 = ?$ $v_i = 4.6 \text{ m/s}$ $v_f = 4.6 \text{ m/s}$ $t_i = 5.4 \text{ s}$ $t_f = 10.8 \text{ s}$	$a = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i}$	$a = \frac{(4.6 \text{ m/s}) - (4.6 \text{ m/s})}{(10.8 \text{ s}) - (5.4 \text{ s})}$	$4.6 - 4.6 = 0$ $10.8 - 5.4 = 5.4$ $0 / 5.4 = 0$	$a2 = 0 \text{ m/s}^2$
$a3 = ?$ $v_i = 4.6 \text{ m/s}$ $v_f = 6.8 \text{ m/s}$ $t_i = 10.8 \text{ s}$ $t_f = 14.44 \text{ s}$	$a = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i}$	$a = \frac{(6.8 \text{ m/s}) - (4.6 \text{ m/s})}{(14.44 \text{ s}) - (10.8 \text{ s})}$	$6.8 - 4.6 = 2.2$ $14.44 - 10.8 = 3.64$ $2.2 / 3.64 = 0.6$	$a3 = 0.6 \text{ m/s}^2$
$a4 = ?$ $v_i = 6.8 \text{ m/s}$ $v_f = 5.8 \text{ m/s}$ $t_i = 14.44 \text{ s}$ $t_f = 18.73 \text{ s}$	$a = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i}$	$a = \frac{(5.8 \text{ m/s}) - (6.8 \text{ m/s})}{(18.73 \text{ s}) - (14.44 \text{ s})}$	$5.8 - 6.8 = -1$ $18.73 - 14.44 = 4.29$ $-1 / 4.29 = 0.85$	$a4 = -0.23 \text{ m/s}^2$

Nota. Elaboración a partir de los cálculos obtenidos por la estudiante Alejandra.

En la Tabla 23 se puede observar, que los estudiantes encuentran el valor de la aceleración. Para tal caso, Alejandra se da cuenta que, efectivamente, desde que comienza a correr en la fase experimental pasa de no tener velocidad a adquirir un valor positivo, lo que genera una aceleración de 0.85 metros por segundo a cada segundo para el primer lapso desde los 0 metros hasta los 25, donde se realiza el primer corte de velocidad. Ahí es cuando mantiene su velocidad sin modificarla otro lapso más como se muestra en las rectas que elaboró tanto de velocidad como de aceleración (Figuras 7 y 8 respectivamente), donde posteriormente incrementó el valor de la velocidad lo que resulta en una aceleración de 0.6 metros recorridos a cada segundo por segundo, terminando con

una reducción de la velocidad, dando como resultado una aceleración matemáticamente negativa, lo cual recude su velocidad en 0.23 metros por segundo en cada segundo.

Esta conceptualización, ayuda a los alumnos a esquematizar el proceso, haciendo que conforme avanzan sea, no solo más fácil, sino también un aprendizaje más organizado lo que al final lo convierte en significativo en tanto dicha organización sea consciente y aplicable en el contexto en el cual se desenvuelven (Vygotsky, 1995).

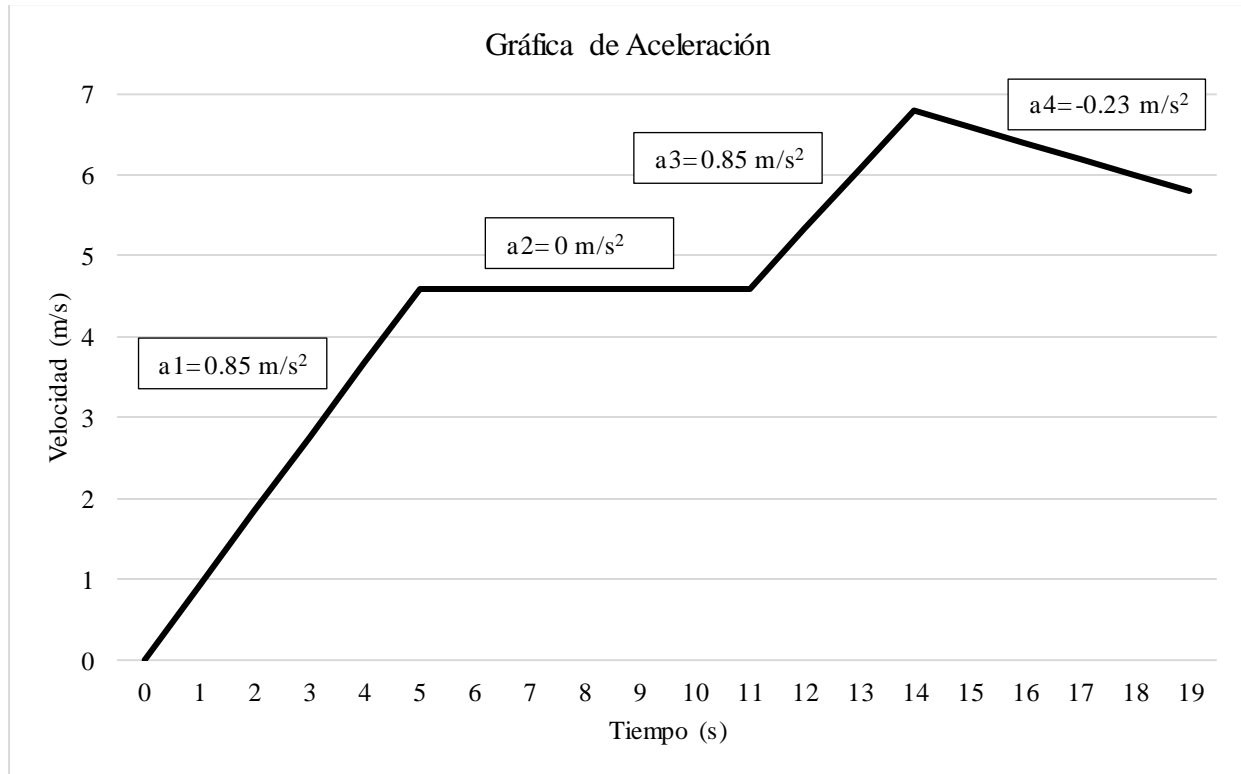
De igual forma que la conceptualización gráfica de la aceleración, la gráfica velocidad – tiempo que refleja el cambio de velocidad precisamente en el tiempo y da como resultado esa aceleración de la que se habla, se vuelve una representación potente y significativa (Perkins, 2000), en tanto esquematiza y de alguna forma *resume* los datos para la aceleración de forma visual. Cuando un vector sube indica aceleración, si se mantiene indica que la velocidad se mantuvo y no hubo aceleración, y si disminuye existe desaceleración. Esto ocurre tanto en los datos obtenidos al experimentar y recoger los datos, como en la recta y los cálculos, como ya se ha explicado, pero también de forma representativa en la gráfica. Además, el ángulo de inclinación y la longitud expresan la magnitud del vector, lo que afianza aún más la representación de un aprendizaje significativo por ser hacer el conocimiento integral y complejo (Ausubel, 2019).

Finalmente, los alumnos terminan el proceso de matematización cuando realizan su gráfica de aceleración donde se percibe como el vector acelera al subir, mantiene la velocidad al estar de forma horizontal, y desacelera cuando baja. La matematización es importante porque abona a la comprensión integral del fenómeno en los proyectos escolares (Del Carmen, 2006; SEP, 2006); aun así, sigue siendo más importante la comprensión del fenómeno para educación secundaria que la propia matematización (SEP, 2011; 2017; 2022).

El contenido de representación de gráficas de rapidez, velocidad y aceleración lleva cerca de 20 años vigente desde la reformulación de los planes de educación secundaria en 2006: proceso que se puede apreciar si comparamos los textos de los últimos 30 años de la SEP (1993; 2006; 2011; 2017; 2022), encontrándose también una relación en los procesos históricos que revisan Guevara y Backhoff (2015), y Cruz (2007), para secundaria. Por tanto, la siguiente gráfica representa la culminación de los cálculos para los alumnos en tanto proceso individual apoyándose de las comisiones que anteriormente realizaron, terminando con la Figura 9:

Figura 9

Gráfica de aceleración de Alejandra



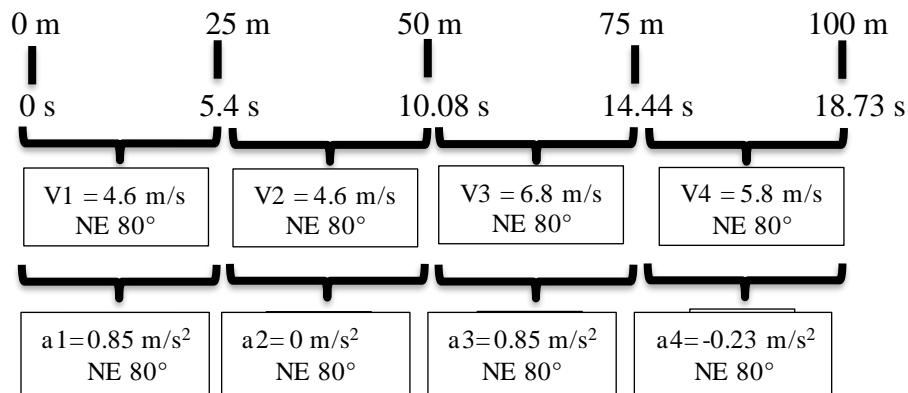
Nota. Elaboración propia a partir de la gráfica de aceleración obtenida por la alumna Alejandra.

En la gráfica se muestra cómo la alumna al principio acelera en el primer lapso, para después mantener su velocidad con una aceleración nula, y enseguida vuelve a acelerar, para después cerrar el último lapso con una desaceleración (para más detalle se puede revisar la recta plasmada en la figura 7, que tiene muestra las velocidades en cada lapso de los 100 metros de recorrido al realizar las pruebas experimentales para recabar datos). Esto ayudó a que los estudiantes pudieran conocer cómo organizar los relevos al ver la manera en que tenían que calcular la aceleración, así como al profesor que los llevaría a competir, de lo cual se dieron cuenta de inmediato, pues al tener un vector 'que sube', otro que 'se mantiene' y 'otro que baja', saben quién acelera, se mantiene o desacelera en cada tramo, lo que permite dar una interpretación científica de cuál integrante comienza la carrera o la cierra a partir del impulso que tienen en cada tramo.

Finalmente, la alumna (y todos los demás estudiantes), organizaron los datos recabados en la recta que tenían en principio para poder visualizar cómo fue su proceso y pasar a comparar entre todos, para seleccionar a los que de este grupo en particular, podrían concursar en las olimpiadas. Cabe destacar que los profesores preocupados por el aprendizaje de las ciencias, y en particular de la física, deben acercarse a los alumnos por procesos rigurosamente estructurados desde la didáctica de las ciencias, puesto que solo así encuentran sentido a lo que hacen (AAAS, 1997), debiendo estar contextualizado el proceso de cambio conceptual en problemas cercanos a los alumnos (revisar páginas 56-61 y 75-86), abonando en gran medida al cambio representacional. De tal modo que la recta de aceleración con los datos calculados quedó como se muestra en la Figura 10:

Figura 10

Recta de aceleración terminada de Alejandra



Nota. Elaboración propia a partir de la recta de aceleración terminada de la alumna Alejandra.

Podemos observar que la estudiante y a la par todos los alumnos, completaron hasta la recta de aceleración, lo cual era el producto final para este primer proceso de resolución de la situación problema. Hasta ahora tenían los datos individuales tanto de rapidez, velocidad y aceleración, en tanto que investigaron (leer y analizar lo que se leyó de varias fuentes de información con la retroalimentación del profesor), experimentaron (haciendo pruebas en el campo de la escuela midiendo y recuperando los tiempos de cada integrante de la comisión), y matematizaron (elaborando rectas, tablas de datos, cálculos y gráficas).

A continuación, seguía que analizaran y compararan los datos de todo el grupo para poder elaborar, de igual manera, las rectas, tablas, cálculos y gráficas, pero ahora solamente de las cuatro mujeres

y cuatro hombres que deberían ir a las olimpiadas por los resultados que obtuvieron de forma científica, los más rápidos y veloces. La investigación ya no era necesaria, aunque sí era apropiado volver a los conceptos e información para recuperar datos relevantes cuando era necesario; por su parte, la experimentación ya había servido de recogida de datos, y con los cálculos que se tenían, se utilizaron para seleccionar a los equipos.

Cabe destacar que un error común en los estudiantes fue que medían el tiempo que hacían a cada 25 metros, lo cual estaba equivocado porque no sumaban los lapsos. Por ejemplo, de cero metros a 25 metros hacían siete segundos, y de 25 metros a 50 metros registraban un tiempo de cinco segundos, puesto que no usaban adecuadamente el cronómetro, pues lo correcto sería que, si ya llevaban cinco segundos, más siete segundos del lapso dos, en total anotaran doce segundos. Por tanto, había comisiones que debían volver a medir. Los errores de medición son comunes, y el uso de instrumentos ocasionalmente representa dificultades para los alumnos, pero le encuentran sentido una vez que lo organizan adecuadamente. Otra dificultad se presentó cuando medían las marcas, pero no señalaban, lo que hacía que volvieran a medir. Así fue como finalmente terminaron las rectas de velocidad.

Cuando tenían los tiempos de las rectas por comisiones, cada uno con la ayuda de su equipo, recababan los datos de la recta personal de velocidad. Concepto que diferenciaron como vectorial, por lo que tuvieron que ir al campo a rescatar su dirección y sentido con una brújula dependiendo de cómo corrieron. Cuando tenían esto, realizaron las gráficas de rapidez (figura 5), y de velocidad (figura 6). Para terminar, agregaban una nueva recta con los datos obtenidos en los cálculos para encontrar la velocidad (figura 7) que tenían, e interpretaron su recta.

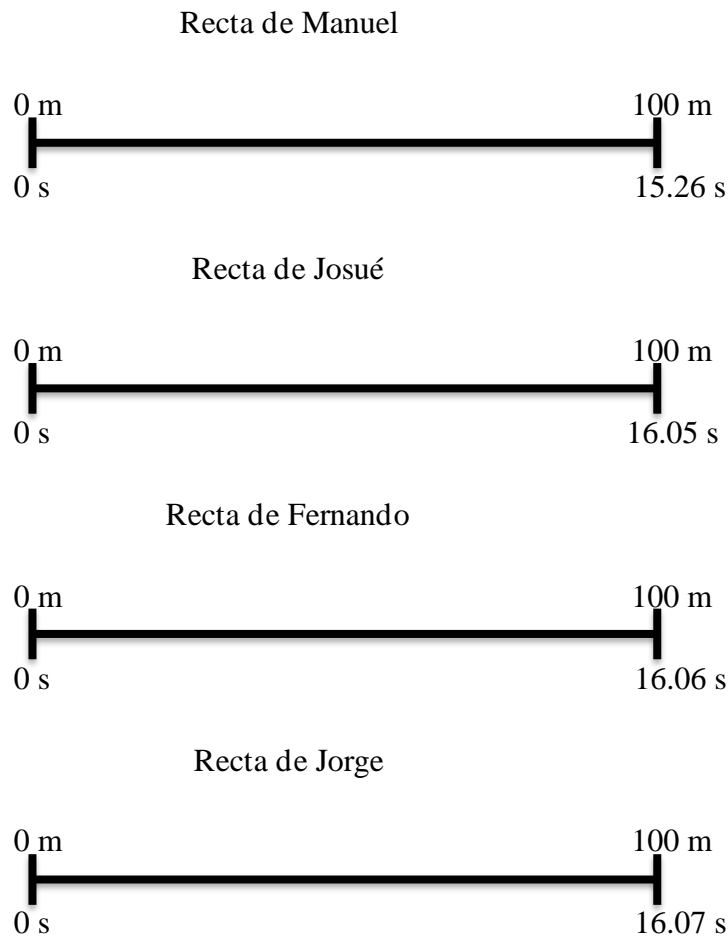
Cabe destacar que, para sistematizar los más rápidos y veloces de la rama varonil y femenil se siguió el mismo formato de análisis que inmediatamente anterior se presentó. Es decir, se presentan en orden las rectas, tablas de datos, cálculos y gráficas de los cuatro alumnos varones más rápidos; posteriormente, se muestra lo mismo, pero con los resultados de las cuatro mujeres más rápidas. Enseguida, la velocidad bajo la misma lógica, y posteriormente la aceleración.

Se hace un alto en cada sección analizada para expresar cómo abona el contenido que se presenta en dichas figuras y tablas con la tesis desde la aplicación que tuvo para los alumnos. Necesario agregar que la fuente es de elaboración propia a partir de las producciones de los estudiantes. Se

comienza con las rectas que todo el grupo a manera de plenaria organizó (Figura 11), para encontrar las rectas de rapidez de los hombres del grupo de 2° “D”, para comenzar a estructurar la rapidez.

Figura 11

Rectas de rapidez: hombres



Nota. Elaboración propia a partir de la rectas de los 4 varones más rápidos del grupo “D”.

Se observa cómo el más rápido, por el tiempo que obtuvo en 100 metros es Manuel, seguido por Josué, enseguida Jorge, y finalmente Fernando. Los estudiantes, al tener presente la situación problema en todo el desarrollo de la situación problema pueden comprender con claridad por qué se les pide realizar o desarrollar las actividades que se les plantean (Jara, 2012), puesto que, una vez que sistematizaron las rectas de los hombres, se dieron cuenta de que el problema estaba siendo

resuelto adecuadamente, puesto que ahora sabían quiénes deberían ir a las olimpiadas de atletismo, pero ahora solo deberían de realizar sus tablas de datos y gráficas, que era lo que se pedía.

Los cálculos no eran necesarios por dos razones: la principal es que los alumnos ya los tenían cuando las hicieron de forma personal, y solo las deberían pasar, y la segunda es porque sería un proceso quizá mecánico donde solo deberían realizar nuevamente los cálculos, que seguramente era un sinsentido porque sabían que los cuatro alumnos más rápidos ya los tenían, además de que el tiempo escolar es bastante limitado en educación secundaria.

Aún así, se procedió a elaborar, a partir de las rectas anteriores, los cálculos de rapidez, ya que eran bastante sencillos y permitirían practicar para hacer la gráfica, y encontrar relación con la velocidad y la aceleración. Por tanto, los estudiantes organizaron la tabla de datos de rapidez para los hombres (Tabla 24), con la mediación del profesor:

Tabla 24

Datos de rapidez: hombres

Tabla de datos de rapidez: hombres		
Nombres	Distancia	Tiempo
Manuel	100 m	15.26 s
Josué	100 m	16.05 s
Fernando	100 m	16.06 s
Jorge	100 m	16.07 s

Nota. Elaboración propia a partir de los datos de los hombres más rápidos.

Agruparon a los cuatro hombres por tiempos, del que hizo el menor tiempo al mayor, en otras palabras, del más rápido al menor. La tabla de datos para rapidez de los hombres, , tiene las variables requeridas por la fórmula de rapidez media, que condiciona los apartados que debe tener, para el caso: nombre, distancia y tiempo.

Esta tabla, abona a la construcción de los cálculos de rapidez, que siguen el mismo proceso que antes habían realizado en sus comisiones, pero que ahora harán de los varones que probablemente pudieran ir a las olimpiadas, como se muestra en la Tabla 25. Se observa, como ahora tras el proceso de análisis de datos, se agregan los resultados de los hombres más rápidos, los cuales los estudiantes

los encontraron para encontrar sus resultados agregando hasta tres décimas para diferenciar de los demás y obtener resultados más exactos.

Tabla 25

Sistematización matemática de rapidez: hombres

Sistematización matemática de rapidez: hombres					
Nombre	Datos	Fórmula	Sustitución	Operación	Resultado
Manuel	$r = \text{¿...?}$ $d = 100 \text{ m}$ $t = 15.26 \text{ s}$	$r = d / t$	$r = (100 \text{ m}) / (15.26 \text{ s})$	$\frac{100}{15.26} = 6.553$	$r = 6.553 \text{ m/s}$
Josué	$r = \text{¿...?}$ $d = 100 \text{ m}$ $t = 16.05 \text{ s}$	$r = d / t$	$r = (100 \text{ m}) / (16.05 \text{ s})$	$\frac{100}{16.05} = 6.230$	$r = 6.230 \text{ m/s}$
Fernando	$r = \text{¿...?}$ $d = 100 \text{ m}$ $t = 16.06 \text{ s}$	$r = d / t$	$r = (100 \text{ m}) / (16.06 \text{ s})$	$\frac{100}{16.06} = 6.226$	$r = 6.226 \text{ m/s}$
Jorge	$r = \text{¿...?}$ $d = 100 \text{ m}$ $t = 16.07 \text{ s}$	$r = d / t$	$r = (100 \text{ m}) / (16.07 \text{ s})$	$\frac{100}{16.07} = 6.222$	$r = 6.222 \text{ m/s}$

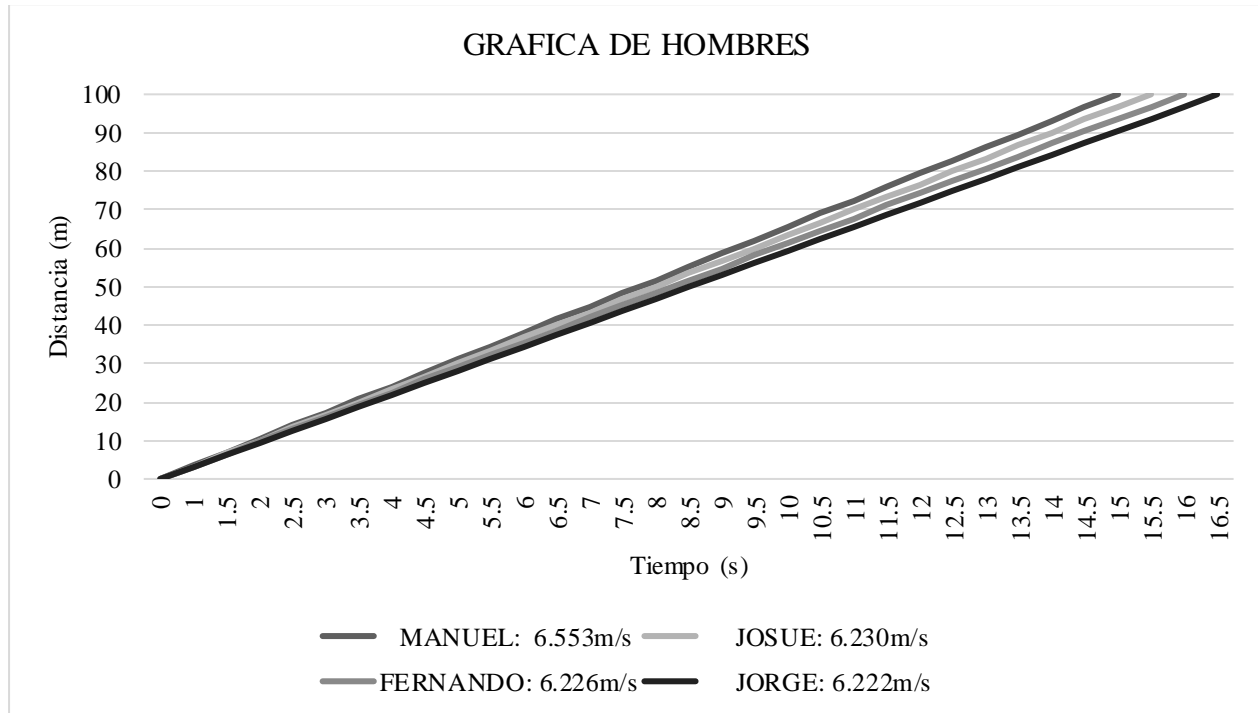
Nota. Elaboración propia a partir de los cálculos de rapidez de los varones.

Los alumnos rescataron los datos de la tabla que tenían (Tabla 20), agregaron la fórmula, sustituyeron los datos, realizaron la división, y encontraron cada una de la rapidez, dejando ver que, en efecto, Manuel fue el más rápido recorriendo 6.553 metros por segundo, y el menos rápido de ellos cuatro, era Jorge, con 6.222 metros recorridos en cada segundo. Se notó que para diferenciar la rapidez de cada uno de ellos, agregaron hasta tres números decimales, es decir, milésimas, como factor para ayudar a diferenciar la rapidez de cada uno de ellos.

Nuevamente al realizar el proceso de rapidez, tanto de las rectas, tablas de datos y los cálculos mediante las sistematizaciones matemáticas, se reafirma no solo el concepto de rapidez, sino las habilidades para comprender cómo se rescata a partir de datos experimentales o de la realidad natural en la que se vive, y los componentes que se necesitan para entender el movimiento, dando como resultado el que sea una actividad con sentido (Bravo, 1997). Del mismo modo, fue necesario realizar la representación gráfica, de la rapidez (Figura 12), con la intención de que, a partir de los vectores tome un nuevo significado y entendimiento este fenómeno, como ya se ha explicado con anterioridad para las demás gráficas.

Figura 12

Gráfica de rapidez: hombres



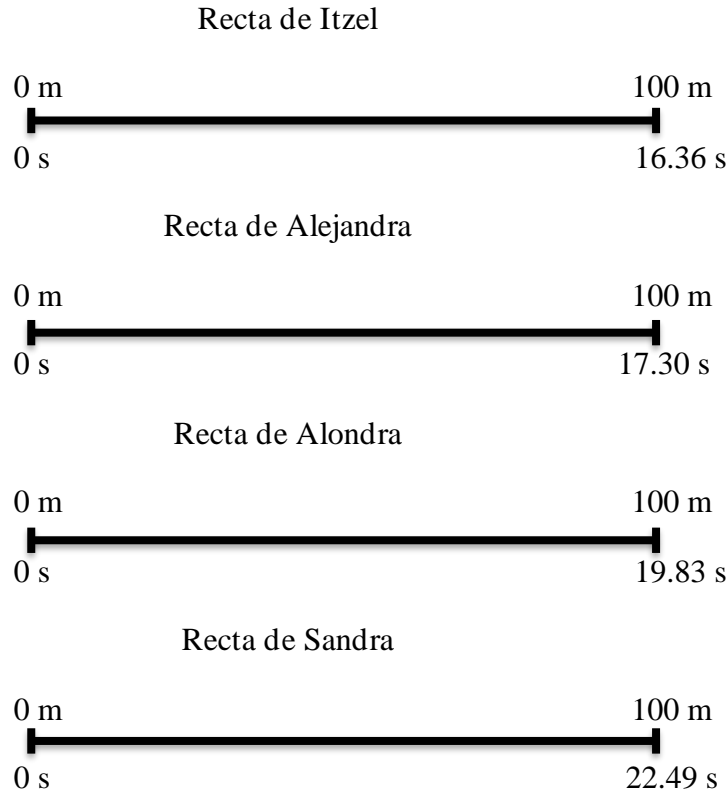
Nota. Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos de los varones en su gráfica.

En los vectores de la rapidez se puede apreciar cómo es que, quién hace menos tiempo, tiene un ángulo más abierto, y una longitud menor, reflejando menos tiempo, y viceversa, el vector con más longitud y el ángulo más cerrado, tiene una rapidez menor. Es importante la comparación gráfica entre los vectores, porque permite a los estudiantes nuevas reinterpretaciones, y consolida aún más la construcción de la representación gráfica al compararla con la que ellos realizaron de forma individual.

A este proceso en el cambio conceptual se le puede ubicar en la consolidación del aprendizaje: transferencia a situaciones nuevas; puesto que podemos decir que alguien ha aprendido cuando lo transfiere a situaciones nuevas, distintas de donde inicialmente lo aprendió (DelVal, 2014; Vygotsky, 1995). Siguiendo el proceso anterior, los alumnos realizaron el mismo procedimiento para las cuatro mujeres más rápidas. En primer lugar se ubicaron sus tiempos, se organizaron sus rectas en términos del menor al mayor tiempo (Figura 13).

Figura 13

Rectas de rapidez: mujeres



Nota. Elaboración propia a partir de las rectas de rapidez de las mujeres.

Se observa que, para la categoría femenil, una de las ideas previas que inicialmente tenían los varones tiene una correlación positiva en tanto que las características físicas son significativas a la hora de medir la rapidez. El hombre menos rápido, tiene un tiempo menor que la mujer más rápida. Jorge, recorrió 100 metros en 16.07 segundos, mientras que Itzel en 16.36 segundos. Estos aspectos son importante en la fase de revisión del cambio en las ideas previas, puesto que permiten clarificar las concepciones alternativas que eran científicas y deben seguir igual, y las que deben ser modificadas por otras más plausibles, es decir, acercadas al conocimiento científico (Campanario y Otero, 2000; Bruner, 2018).

Los alumnos, al haber realizado el proceso para encontrar la rapidez, internalizaron el proceso de aprendizaje ya conocido por haberlo vivido y encontrarle sentido al resolver un problema (Piaget, 1957), que simplemente para esta ocasión siguieron el procedimiento que ya conocían, elaborando

la Tabla 26, de la cual desprendió posteriormente la realización de los cálculos para cuantificar la rapidez para cada alumna.

Tabla 26

Datos de rapidez: mujeres

Tabla de datos de rapidez: mujeres		
Nombres	Distancia	Tiempo
Itzel	100 m	16.36 s
Alejandra	100 m	17.30 s
Alondra	100 m	19.83 s
Sandra	100 m	22.49 s

Nota. Elaboración propia a partir de las tablas de datos de rapidez, de las mujeres.

Observamos el mismo proceso que con los varones (Tabla 24). Con dicha sistematización de datos, los estudiantes pasaron a conocer la rapidez de cada una de sus compañeras. Una vez que se obtuvieron los resultados, se socializaron para poder comprobar que los cálculos fueran correctos. La más rápida, como se notó en las rectas (figura 13) fue Itzel, simplemente por el haber obtenido el menor tiempo, y Sandra la menos rápida de entre las cuatro; esto se vio reflejado en la sistematización matemática de la Tabla 27.

Tabla 27

Sistematización matemática de rapidez: mujeres

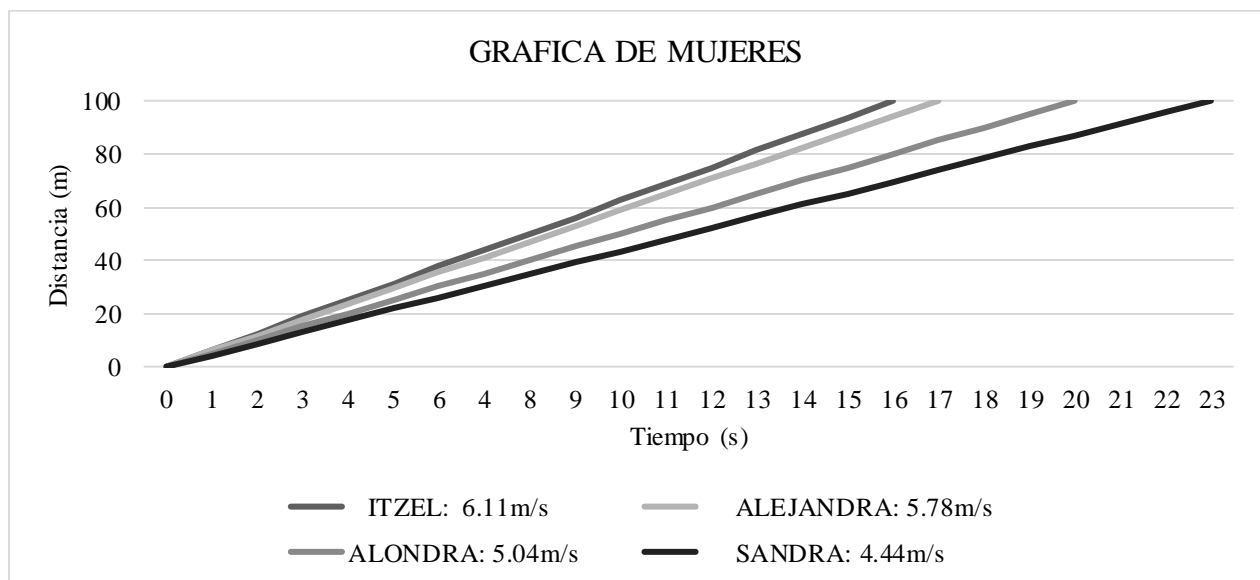
Sistematización matemática de rapidez: mujeres					
Nombre	Datos	Fórmula	Sustitución	Operación	Resultado
Itzel	$r = \text{¿...?}$ d = 100 m t = 16.36 s	$r = d / t$	$r = (100 \text{ m}) / (16.36 \text{ s})$	$\frac{100}{16.36} = 6.11$	$r = 6.11 \text{ m/s}$
Alejandra	$r = \text{¿...?}$ d = 100 m t = 17.30 s	$r = d / t$	$r = (100 \text{ m}) / (17.30 \text{ s})$	$\frac{100}{17.30} = 5.78$	$r = 5.78 \text{ m/s}$
Alondra	$r = \text{¿...?}$ d = 100 m t = 19.83 s	$r = d / t$	$r = (100 \text{ m}) / (19.83 \text{ s})$	$\frac{100}{19.83} = 5.04$	$r = 5.04 \text{ m/s}$
Sandra	$r = \text{¿...?}$ d = 100 m t = 22.49 s	$r = d / t$	$r = (100 \text{ m}) / (22.49 \text{ s})$	$\frac{100}{22.49} = 4.44$	$r = 4.44 \text{ m/s}$

Nota. Son los cálculos de rapidez en la rama femenil de las cuatro mujeres con mejores resultados.

Se observa cómo es que Itzel recorría 6.11 metros cada segundo, mientras que Sandra 4.44 metros por segundo. Finalmente, pasaron a realizar la gráfica de mujeres, misma que es distancia contra tiempo. Los alumnos al ya haber realizado la gráfica de rapidez de los cuatro varones más rápidos del grupo (Figura 12), sabían que los vectores reflejan, dicha rapidez. Un vector con menor ángulo y más longitud, constata una rapidez menor, es decir, recorriendo un tiempo mayor, de igual forma un ángulo más abierto en este tipo de gráficas, y la longitud menor, es la constante para una mayor rapidez. Por tanto, no habían realizado la gráfica, pero sabían cómo es que les tenía que quedar, trazando la distancia y el tiempo, el vector de rapidez en la gráfica para Itzel debía ser cercano al eje vertical, y de Sandra al eje horizontal, como se aprecia en la Figura 14.

Figura 14

Gráfica de rapidez: mujeres



Nota. Elaboración propia a partir de las gráficas en la libreta que hicieron los alumnos, para las estudiantes con mayor rapidez.

Así fue como los estudiantes rescataron a las cuatro mujeres y hombres en tanto rapidez: rectas, tablas de datos, sistematizaciones matemáticas y gráficas, para saber quiénes irían a las Olimpiadas en dado caso de ser seleccionados. Esto es importante porque afianza el conocimiento que ya tenían los estudiantes al trabajar con los datos de forma individual cuando hacían los cálculos, y de forma colectiva cuando trabajaban por comisiones, además de forma grupal, cuando se organizaban para

realizar los cálculos y comprobarlos entre todo el grupo. Estos tipos de organización son importantes trabajarlos, porque además del proceso explicado, el trabajo individual, en equipo y grupal construye una forma de interpretación de los fenómenos físicos que abona al cambio conceptual en la medida que se apoyan entre ellos para resignificar lo que saben y contrastarlo con sus demás compañeros y el proceso que llevan los otros.

Entonces, para este punto del proceso de cambio conceptual, se le atribuye la fase de consolidación donde aplican los nuevos conceptos. Además de la fase de consolidación, transferencia a situaciones nuevas, puesto que trasladan lo que aprendieron interiorizado de forma personal, al realizar el proceso de los cálculos, pero ahora con datos de otras personas.

Aquí se puede dar cuenta del aprendizaje significativo que obtuvieron, permitiendo plasmar el cambio conceptual de forma adecuada (DeIVal, 2014). Además de que lo hacen con motivación intrínseca porque le encuentran sentido (Alonso, 1999), ya que es parte de resolver la situación problema y eso orienta el proceso de forma adecuada puesto que saben correctamente el propósito de por qué lo hacen y el objetivo que se pretende alcanzar (SEP, 2017; SEP, 2022).

Por otro lado, los estudiantes una vez que terminaron de calcular la rapidez de las mujeres y hombres de los cuatro integrantes con mejor tiempo, se prosiguió a encontrar lo mismo tanto de la velocidad, como de la aceleración. Para el caso, ya no vieron necesario tener que realizar las rectas de todos sus compañeros, simplemente organizaron una tabla de datos tanto de hombres, como de mujeres, para enseguida realizar las gráficas, puesto que los cálculos ya los tenían también, y sería algo repetitivo, ya que tendrían que calcular 32 velocidades y 32 aceleraciones, lo cual es improductivo, además de que no es necesario, teniendo ya el valor de la velocidad y la aceleración de todos.

Dicho lo anterior, la Tabla 28 muestra la sistematización de datos que se hicieron los alumnos para visualizar de forma integral las distancias iniciales y finales, así como los tiempos iniciales y finales para poder conocer explícitamente cuáles fueron los resultados obtenidos para sus compañeros, y así poder calcular quién era más veloz, para poder darle sentido a la resolución del problema desde la aplicación matemática en tanto comprensión del fenómeno a estudiar.

Tabla 28*Datos de velocidad: hombres*

Tabla de datos de velocidad						
No.	Nombre	Velocidad	Distancia		Tiempo	
1	Manuel	V1	di = 0m	df = 25m	ti = 0s	tf = 4.38s
		V2	di = 25m	df = 50m	ti = 4.38s	tf = 8.93s
		V3	di = 50m	df = 75m	ti = 8.93s	tf = 12.47s
		V4	di = 75m	df = 100m	ti = 12.47s	tf = 16.8s
2	Josué	V1	di = 0m	df = 25m	ti = 0s	tf = 5.23s
		V2	di = 25m	df = 50m	ti = 5.23s	tf = 9.42s
		V3	di = 50m	df = 75m	ti = 9.42s	tf = 13.13s
		V4	di = 75m	df = 100m	ti = 13.13s	tf = 15.97s
3	Fernando	V1	di = 0m	df = 25m	ti = 0s	tf = 5.16s
		V2	di = 25m	df = 50m	ti = 5.16s	tf = 9.36s
		V3	di = 50m	df = 75m	ti = 9.36s	tf = 13.46s
		V4	di = 75m	df = 100m	ti = 13.46s	tf = 17.27s
4	Jorge	V1	di = 0m	df = 25m	ti = 0s	tf = 5s
		V2	di = 25m	df = 50m	ti = 5s	tf = 7.23s
		V3	di = 50m	df = 75m	ti = 7.23s	tf = 12.12s
		V4	di = 75m	df = 100m	ti = 12.12s	tf = 15.27s

Nota. Elaboración propia con el análisis de datos elaborado por los alumnos para sistematizar la información de las velocidades en una tabla de datos para organizar todos los resultados obtenidos de los varones más veloces.

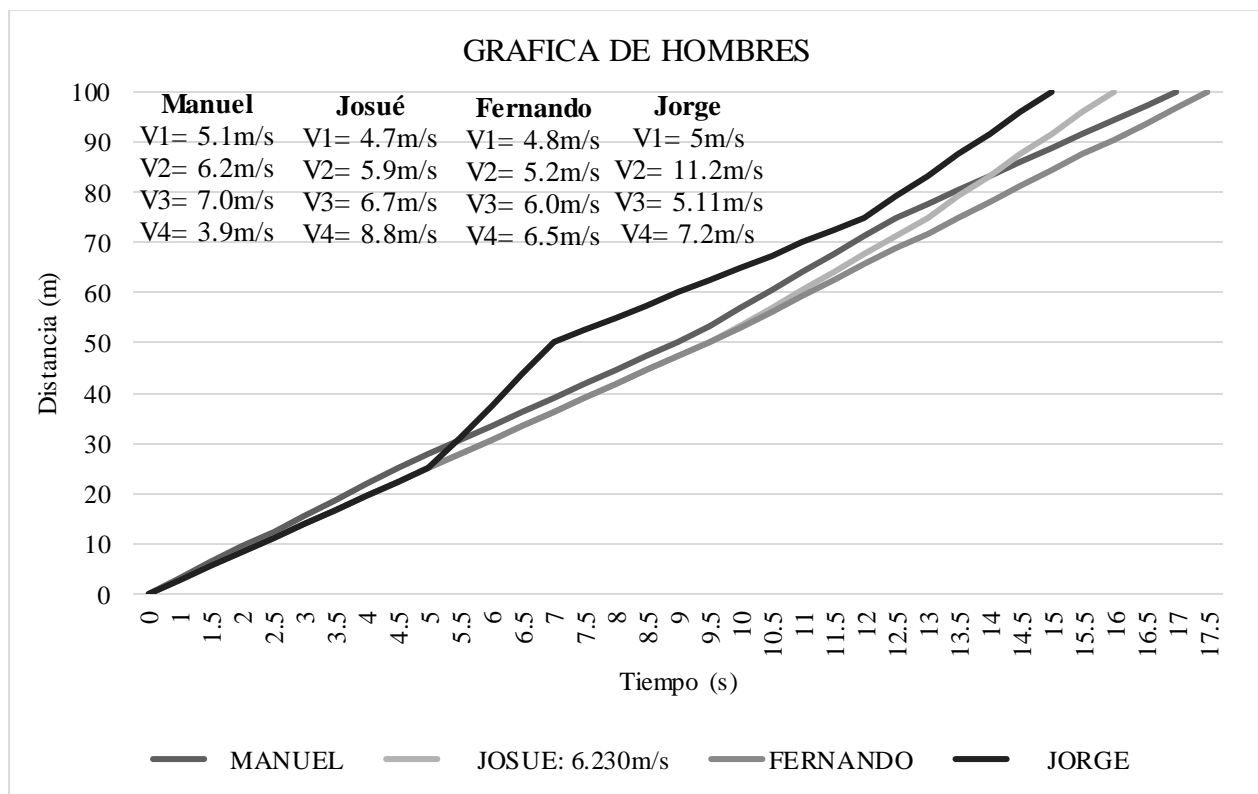
Se puede observar, cómo es que Manuel en el primer lapso, de 0 a 25 metros obtuvo el menor tiempo; sin embargo, para el segundo, tercer, y cuarto lapso, el menor tiempo fue de Jorge. Pero era necesario ver las aceleraciones, para saber quién debía iniciar los relevos, y quién cerrar en caso de concursar. En esta tabla, los estudiantes comprendieron la importancia de la sistematización de información para el método científico, pues es un componente indispensable para hacer ciencia (Bravo, 1997).

Así, los estudiantes se van apropiando tanto de conceptos científicos, como habilidades y vocabulario científico, además de internalizar de la metodología, aspecto fundamental para el cambio conceptual (Pozo y Flores, 2007). Puesto que no se trataría solo de enseñar conceptos para hacer aprendizaje, sino también un cúmulo de destrezas y lenguaje diferente, así como valores que se aplican a la ciencia, con una nueva forma de construir conocimiento a lo que comúnmente se le denomina metodología. Esto hace del aprendizaje un proceso integral y dinámico que pueden extrapolar a otros campos de dominio al hacer suyo el proceso para hacer ciencia y encontrar lo la

solución y respuesta a los fenómenos naturales que se les presentan en su vida cotidiana. Con los datos anteriores, los alumnos pudieron realizar la gráfica de velocidad para los hombres, y con las reflexiones anteriores, se llegó a la conclusión que los vectores en esta gráfica que particularmente es distancia contra tiempo, debe reflejar exactamente los adelantos y retrocesos de los estudiantes según la tabla de datos, como se refleja en la Figura 15:

Figura 15

Gráfica de velocidad: hombres



Nota. Elaboración propia a partir de las gráficas de los varones con mejores velocidades.

La gráfica de velocidad muestra cada uno de los vectores para los cuatro lapsos a cada 25 metros, donde las interpretaciones elaboradas desde la tabla de datos que hicieron los alumnos, se manifestaron en la gráfica. Para el caso, Jorge llegó primero, Josué segundo, Manuel tercero, y al final Fernando. Posteriormente, con la misma estructura de organización, los estudiantes organizaron en la siguiente tabla de datos los resultados ya calculados de velocidad para las mujeres. De igual forma, el razonamiento era que ya se tenían las velocidades calculadas por las

alumnas, así como sus tiempos, siendo improductivo que se volvieran a calcular. Claro que el profesor verificó que los cálculos estuvieran adecuados conforme los iban sistematizando. La tabla de datos para la velocidad tenía la misma estructura que la de los hombres, y para las mujeres, quedó como se muestra en la Tabla 29.

Tabla 29

Datos de velocidad: mujeres

Tabla de datos de velocidad						
No	Nombre	Velocidad	Distancia		Tiempo	
1	Itzel	V1	di = 0m	df = 25m	ti = 0s	tf = 6.7s
		V2	di = 25m	df = 50m	ti = 6.7s	tf = 10.51s
		V3	di = 50m	df = 75m	ti = 10.51s	tf = 14s
		V4	di = 75m	df = 100m	ti = 14s	tf = 18.19s
2	Alejandra	V1	di = 0m	df = 25m	ti = 0s	tf = 5.4s
		V2	di = 25m	df = 50m	ti = 5.4s	tf = 10.8s
		V3	di = 50m	df = 75m	ti = 10.8s	tf = 14.44s
		V4	di = 75m	df = 100m	ti = 14.44s	tf = 17.73s
3	Alondra	V1	di = 0m	df = 25m	ti = 0s	tf = 6.4s
		V2	di = 25m	df = 50m	ti = 6.4s	tf = 9.7s
		V3	di = 50m	df = 75m	ti = 9.7s	tf = 12.36s
		V4	di = 75m	df = 100m	ti = 12.36s	tf = 18.53s
4	Sandra	V1	di = 0m	df = 25m	ti = 0s	tf = 5.69s
		V2	di = 25m	df = 50m	ti = 5.69s	tf = 10.64s
		V3	di = 50m	df = 75m	ti = 10.64s	tf = 16.6s
		V4	di = 75m	df = 100m	ti = 16.6s	tf = 20.1s

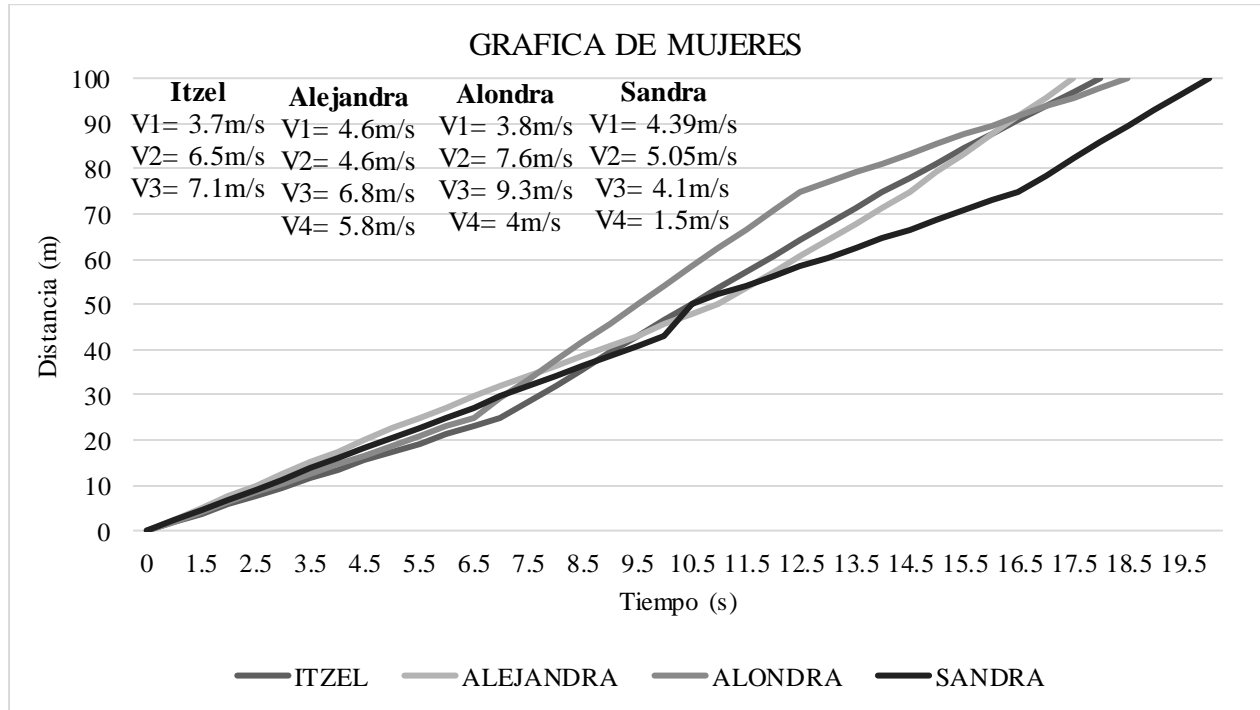
Nota. Elaboración propia a partir de la sistematización de información para las alumnas con mejor velocidad.

Se observa, cómo es que en el primer lapso, la más veloz fue Alejandra, la alumna de la comisión de matematización a la que se ha hecho referencia; enseguida para el segundo lapso Alondra hizo menos tiempo; nuevamente Alejandra para el tercer lapso, y de igual manera para el último lapso. En orden de llegada, Alejandra llegó primero, después Itzel, enseguida Alondra, y finalmente Sandra. Para esta fase del cambio conceptual, la conceptualización, donde se transfiere a situaciones nuevas, los estudiantes no solo tienen que realizar una vez la extrapolación que hicieron en la aplicación de conceptos cuando ya consolidaron el aprendizaje, también es importante que elaboren algunos procesos más, con referente al mismo problema, pero que abonen al aprendizaje.

Por ejemplo, es adecuado que hayan hecho la sistematización de información con los varones, pero al haberla reafirmado con las mujeres, se consolida aún más el aprendizaje y es probable que los estudiantes resignifiquen aún más lo que saben, internalizando el aprendizaje y haciéndolo significativo (Ausubel, 2019), porque podrán transferir lo que aprendieron a su contexto, algún fenómeno que perciban en su entorno, o a otro tema. Es decir, aprendieron que la velocidad se refiere a un objeto que recorre lapsos de distancia, en lapsos de tiempo determinados, donde las variables de distancias y tiempos, inicial y final, son las variables presentes en este fenómeno, siendo una magnitud vectorial porque concreta cantidad, dirección y sentido. Esto en una competencia de atletismo, pero es probable que no solo en atletismo, sino en natación puedan obtener resultados cuando conocen las variables, o por ejemplo, en el modelo cinético de partículas, o la caída libre, por ejemplo. Con este conocimiento, realizaron la gráfica de velocidad de mujeres dando como resultado lo reflejado en la Figura 16.

Figura 16

Gráfica de velocidad: mujeres



Nota. Elaboración propia a partir de la gráfica de aceleración plasmada en la libreta de los estudiantes para la rama femenil en la competencia.

Al comparar la gráfica de velocidad de las cuatro mujeres más veloces con la que tenían de forma individual que realizaron dentro de cada comisión, se puede dar cuenta de cómo los vectores representan fidedignamente el movimiento de la velocidad, tanto para quién comenzó bien, pero que finalmente bajó su velocidad, como para quién fue constante, e incluso ganó. Con estos datos, se les cuestionó a los alumnos sobre qué era lo que seguía, a lo que respondieron que la aceleración, con la intención no solo de encontrar las posiciones para saber quién debía salir primero o cerrar en la competencia, a partir del cambio de velocidad, pues se determinó que este factor era el que decidiría quién debería tomar cada una de las posiciones en los relevos 4x100. Así fue como se organizaron y acomodaron los datos de aceleración en la Tabla 30, elaborando enseguida la gráfica de aceleración.

Tabla 30

Datos de aceleración: hombres

No.	Nombre	Aceleración	Velocidad		Tiempo	
1	Manuel	a1	$v_i = 0 \text{ m/s}$	$v_f = 5.1 \text{ m/s}$	$t_i = 0 \text{ s}$	$t_f = 4.38 \text{ s}$
		a2	$v_i = 5.1 \text{ m/s}$	$v_f = 6.2 \text{ m/s}$	$t_i = 4.38 \text{ s}$	$t_f = 8.93 \text{ s}$
		a3	$v_i = 6.2 \text{ m/s}$	$v_f = 7 \text{ m/s}$	$t_i = 8.93 \text{ s}$	$t_f = 12.47 \text{ s}$
		a4	$v_i = 7 \text{ m/s}$	$v_f = 3.9 \text{ m/s}$	$t_i = 12.47 \text{ s}$	$t_f = 16.8 \text{ s}$
2	Josué	a1	$v_i = 0 \text{ m/s}$	$v_f = 4.7 \text{ m/s}$	$t_i = 0 \text{ s}$	$t_f = 5.23 \text{ s}$
		a2	$v_i = 4.7 \text{ m/s}$	$v_f = 5.9 \text{ m/s}$	$t_i = 5.23 \text{ s}$	$t_f = 9.42 \text{ s}$
		a3	$v_i = 5.9 \text{ m/s}$	$v_f = 6.7 \text{ m/s}$	$t_i = 9.42 \text{ s}$	$t_f = 13.13 \text{ s}$
		a4	$v_i = 6.7 \text{ m/s}$	$v_f = 8.8 \text{ m/s}$	$t_i = 13.13 \text{ s}$	$t_f = 15.97 \text{ s}$
3	Fernando	a1	$v_i = 0 \text{ m/s}$	$v_f = 4.8 \text{ m/s}$	$t_i = 0 \text{ s}$	$t_f = 5.16 \text{ s}$
		a2	$v_i = 4.8 \text{ m/s}$	$v_f = 5.2 \text{ m/s}$	$t_i = 5.16 \text{ s}$	$t_f = 9.36 \text{ s}$
		a3	$v_i = 5.2 \text{ m/s}$	$v_f = 6 \text{ m/s}$	$t_i = 9.36 \text{ s}$	$t_f = 13.46 \text{ s}$
		a4	$v_i = 6 \text{ m/s}$	$v_f = 6.5 \text{ m/s}$	$t_i = 13.46 \text{ s}$	$t_f = 17.27 \text{ s}$
4	Jorge	a1	$v_i = 0 \text{ m/s}$	$v_f = 5 \text{ m/s}$	$t_i = 0 \text{ s}$	$t_f = 5 \text{ s}$
		a2	$v_i = 5 \text{ m/s}$	$v_f = 11.2 \text{ m/s}$	$t_i = 5 \text{ s}$	$t_f = 7.23 \text{ s}$
		a3	$v_i = 11.2 \text{ m/s}$	$v_f = 5.11 \text{ m/s}$	$t_i = 7.23 \text{ s}$	$t_f = 12.12 \text{ s}$
		a4	$v_i = 5.11 \text{ m/s}$	$v_f = 7.2 \text{ m/s}$	$t_i = 12.12 \text{ s}$	$t_f = 15.27 \text{ s}$

Nota. Elaboración propia a partir de la sistematización de información para los alumnos con mejor velocidad.

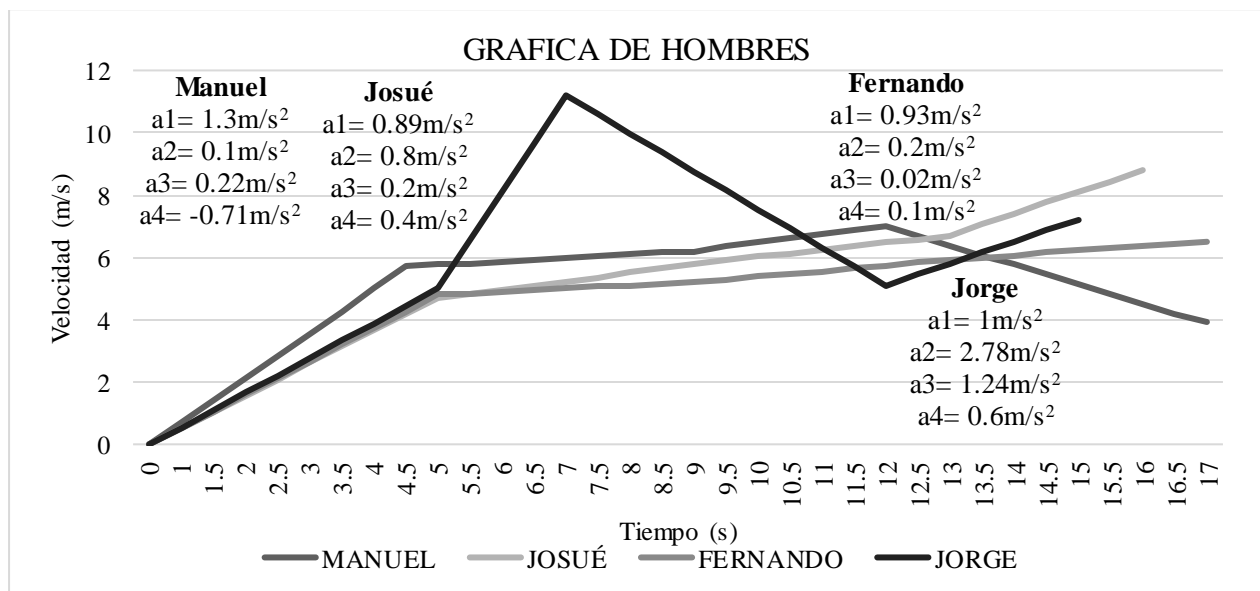
Se puede apreciar que, Manuel para el primer lapso fue quién más aceleró, es decir, quién más cambió su velocidad; para el segundo lapso Jorge fue el que obtuvo la mayor aceleración; para el tercer lapso Manuel, y al final, en el último tramo, fue Josué nuevamente quien más aceleró. La manera de organizar la tabla de datos de velocidad consistió en central al alumno en el proceso de

aprendizaje, (SEP, 2017), bajo la idea de que es necesario tener altos estándares en ellos durante los procesos de construcción científica del conocimiento (SEPa, 2022). Bajo esta idea, los estudiantes por ellos mismos con la orientación del profesor, pusieron en el pizarrón las rectas de velocidad terminadas de los cuatro alumnos Manuel, Josué, Fernando, y Jorge, y a partir de ahí definieron los datos que debería llevar en la tabla de datos, y fueron acomodando uno a uno los datos, finalmente lo pasaron a su libreta, y pasaron los matemáticos de cada comisión a revisar que todos los integrantes de su equipo tuvieran correctamente los datos.

A partir de los datos de la velocidad de los cuatro hombres, los estudiantes pasaron a realizar la gráfica de aceleración. Misma que ayudó a reflexionar sobre, cómo es que deberían quedar los vectores a partir de la aceleración nula, la positiva o negativa. El caso más particular fue el de Jorge, donde los estudiantes establecieron que, el vector debería subir en el primer lapso, de igual manera en el segundo más abruptamente, para que en el tercer lapso volviera a bajar, y finalmente volver a subir, pero con una longitud menor debido a la aceleración de 0.6 metros sobre segundo a cada segundo del recorrido, quedando representado en la Figura 17.

Figura 17

Gráfica de aceleración: hombres



Nota. Elaboración propia a partir de la gráfica de aceleración plasmada en la libreta de los estudiantes para la rama varonil en la competencia.

Es claro cómo fue el cambio de velocidad en el tiempo de cada uno de los estudiantes. El caso más notorio es el de Jorge, como se comentó anteriormente, quien fue el que obtuvo la aceleración mayor, pero de igual manera, la desaceleración o aceleración negativa más marcada de igual forma. Con ello, los estudiantes pasaron a organizar los datos de aceleración, reflejado en la Tabla 31, de las mujeres, siguiendo la misma dinámica de organización que para los varones.

Tabla 31

Datos de aceleración: mujeres

Tabla de datos de aceleración						
No.	Nombre	Aceleración	Velocidad		Tiempo	
1	Itzel	a1	$v_i = 0 \text{ m/s}$	$v_f = 3.7 \text{ m/s}$	$t_i = 0 \text{ s}$	$t_f = 6.7 \text{ s}$
		a2	$v_i = 3.7 \text{ m/s}$	$v_f = 6.5 \text{ m/s}$	$t_i = 6.7 \text{ s}$	$t_f = 10.51 \text{ s}$
		a3	$v_i = 6.5 \text{ m/s}$	$v_f = 7.1 \text{ m/s}$	$t_i = 10.51 \text{ s}$	$t_f = 14 \text{ s}$
		a4	$v_i = 7.1 \text{ m/s}$	$v_f = 5.5 \text{ m/s}$	$t_i = 14 \text{ s}$	$t_f = 18.19 \text{ s}$
2	Alejandra	a1	$v_i = 0 \text{ m/s}$	$v_f = 4.6 \text{ m/s}$	$t_i = 0 \text{ s}$	$t_f = 5.4 \text{ s}$
		a2	$v_i = 4.6 \text{ m/s}$	$v_f = 4.6 \text{ m/s}$	$t_i = 5.4 \text{ s}$	$t_f = 10.8 \text{ s}$
		a3	$v_i = 4.6 \text{ m/s}$	$v_f = 6.8 \text{ m/s}$	$t_i = 10.8 \text{ s}$	$t_f = 14.44 \text{ s}$
		a4	$v_i = 6.8 \text{ m/s}$	$v_f = 5.8 \text{ m/s}$	$t_i = 14.44 \text{ s}$	$t_f = 17.73 \text{ s}$
3	Alondra	a1	$v_i = 0 \text{ m/s}$	$v_f = 3.8 \text{ m/s}$	$t_i = 0 \text{ s}$	$t_f = 6.4 \text{ s}$
		a2	$v_i = 3.8 \text{ m/s}$	$v_f = 7.6 \text{ m/s}$	$t_i = 6.4 \text{ s}$	$t_f = 9.7 \text{ s}$
		a3	$v_i = 7.6 \text{ m/s}$	$v_f = 9.3 \text{ m/s}$	$t_i = 9.7 \text{ s}$	$t_f = 12.36 \text{ s}$
		a4	$v_i = 9.3 \text{ m/s}$	$v_f = 4 \text{ m/s}$	$t_i = 12.36 \text{ s}$	$t_f = 18.53 \text{ s}$
4	Sandra	a1	$v_i = 0 \text{ m/s}$	$v_f = 4.3 \text{ m/s}$	$t_i = 0 \text{ s}$	$t_f = 5.69 \text{ s}$
		a2	$v_i = 4.39 \text{ m/s}$	$v_f = 5.05 \text{ m/s}$	$t_i = 5.69 \text{ s}$	$t_f = 10.64 \text{ s}$
		a3	$v_i = 5.05 \text{ m/s}$	$v_f = 4.1 \text{ m/s}$	$t_i = 10.64 \text{ s}$	$t_f = 16.6 \text{ s}$
		a4	$v_i = 4.1 \text{ m/s}$	$v_f = 1.5 \text{ m/s}$	$t_i = 16.6 \text{ s}$	$t_f = 20.1 \text{ s}$

Nota. Elaboración propia a partir de los datos de aceleración en la rama femenil.

En la Tabla 31, se entiende que Alejandra en el primer lapso obtuvo la mayor aceleración a partir del cambio de velocidad, que fue el mayor; para el segundo lapso Alondra fue quien superó a todos en aceleración; para el tercero nuevamente Alejandra aceleró más entre las mujeres, de igual manera que en el último lapso. Esta tabla de datos, contiene ahora el nombre, el lapso de la aceleración, el apartado de velocidad inicial y final, así como el tiempo inicial y final. Con esto, los estudiantes pasaron todos de forma individual, a realizar la gráfica de aceleración.

Esta última gráfica es importante puesto que, al terminarla, se va finalizando la etapa de consolidación: transferencia a situaciones nuevas, perteneciente a la fase de evaluación, del proceso de cambio conceptual que aquí se conceptualiza para resolver el problema objeto de este estudio.

Dicha etapa, se caracteriza por llevar a cabo los conocimientos que fueron adquiridos en fases anteriores y que se ven reflejados en tanto los alumnos apliquen lo que conocen a otros problemas.

Los alumnos sabían que finalmente podrían culminar el proceso de resolución de la situación problema. Ahora, era momento de comunicar lo que habían hecho a la comunidad escolar, y en su participación en las Jornadas Nacionales de Física, organizadas por la Sociedad Mexicana de Física, lo cual era una presentación que se haría de forma virtual. Por tanto, con los datos de las velocidades, y los tiempos, iniciales y finales que los estudiantes terminaron para este momento de calcular, ayudaron a realizar la gráfica de aceleración de las mujeres, presentada en la Figura 18.

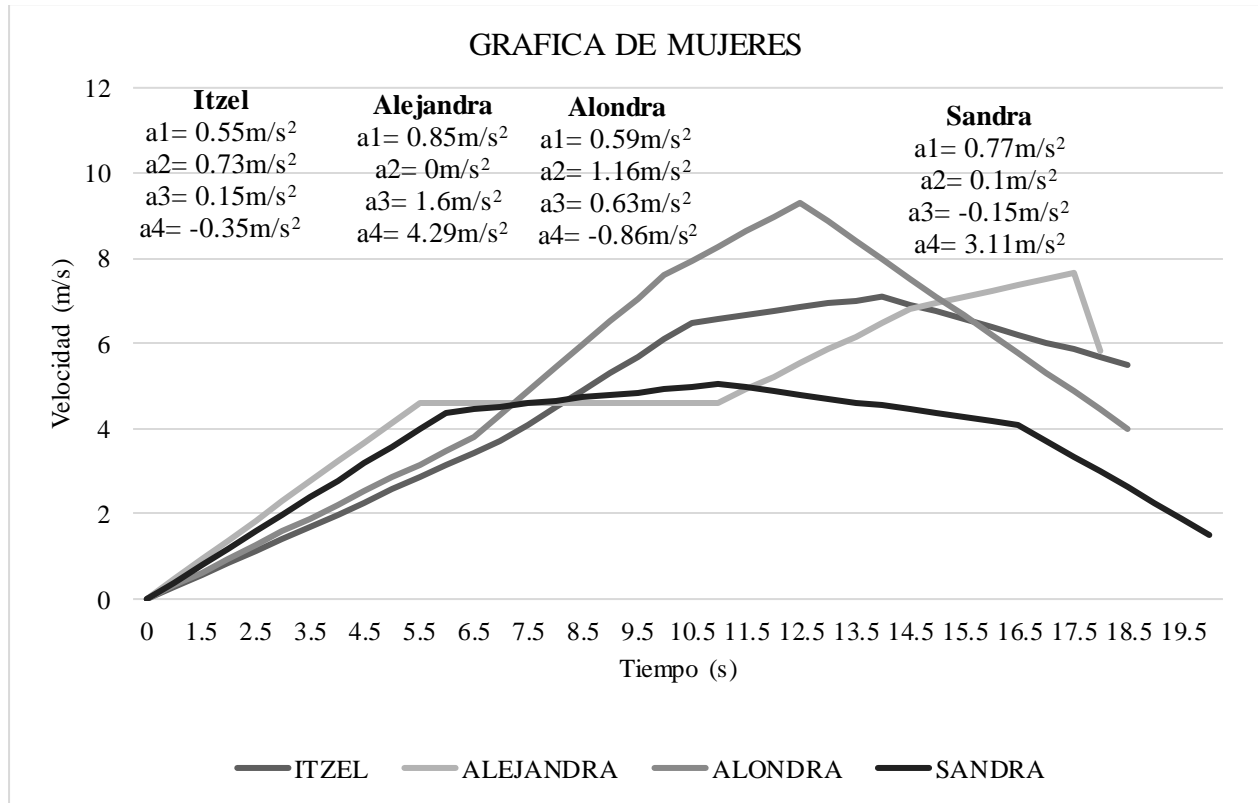
Observamos el caso de Sandra, mostrando una menor altura en la horizontal, reflejando el cambio de velocidad menor, además de que posee la longitud mayor, reflejando ser la alumna que realizó el menor tiempo de todas las alumnas. Por otro lado, el vector más alto con una inclinación por demás mayor, muestra cómo fue la estudiante que obtuvo el cambio de velocidad mayor de todas las alumnas; sin embargo, no fue la que llegó primero.

Se puede observar el caso de Alejandra, que con poco tiempo por delante de Itzel, fue la primera en llegar, aumentando en el tercer lapso su aceleración para poder concluir entre las estudiantes como la que llegó en primer lugar durante el recorrido de los 100 metros, aunque al final también experimentó una desaceleración. Por otro lado, estas interpretaciones son valiosas en tanto que reflejan el recorrido de forma científica para analizar los datos con veracidad, que era lo que se buscaba para este momento en el cambio conceptual, y sobre todo para la construcción de aprendizaje significativo (explicado en la Figura 18).

Dicha figura muestra la gráfica de aceleración de las mujeres, donde finalmente se concluyó como sería la aceleración de las alumnas y con esta gráfica se finaliza con la situación problema en tanto la aceleración es el aspecto final que los estudiantes deben encontrar para finalizar con lo que se les pide, encontrar a los alumnos que irán a las olimpiadas de atletismo. Así, con los resultados de las cuatro mujeres que mejores resultados obtuvieron, se elaboró la gráfica de aceleración permitiendo ver a los estudiantes la conceptualización del tal concepto, puesto que la aceleración se concibe como el cambio de velocidad en un lapso de tiempo determinado, donde al aumentar se acelera, al mantenerse hay aceleración nula, y al disminuir se desacelera, aspectos que se pueden observar gráficamente, expresado a continuación en la Figura 18.

Figura 18

Gráfica de aceleración: mujeres



Nota. Elaboración propia a partir de la gráfica de aceleración plasmada por los alumnos.

Los estudiantes finalmente resolvieron la situación problema en la medida que desarrollaron su plan de acción mediante las comisiones pasando por el proceso de investigación, experimentación y matematización como se muestra anteriormente. Pero aún no la habían terminado del todo, puesto que, enseguida se abordó el índice para la presentación, ya que era el momento de comunicar los resultados a los que llegaron, y presentar la forma científica en la que resolvieron el problema.

La fase de comunicación es de suma importancia, y se puede decir que, quizá en la resolución de proyectos científicos, si no se llega a la fase de comunicación, no estaría terminado el proceso (SEPa, 2022) así como la distribución de quién intervendría en cada parte durante las Jornadas Nacionales de Física de forma virtual. Por tanto, se les pidió que elaborarán un índice para explicarle a sus compañeros de la secundaria en el auditorio mientras se transmitía en vivo, presentación que se puede observar en los enlaces que aparecen enseguida:

<https://www.facebook.com/100012414546217/videos/683402583454094/>

y

<https://www.facebook.com/100012414546217/videos/469711725272672/>.

Tras organizar el proceso que hicieron los alumnos, y preguntarles sobre qué habían hecho hasta llegar hasta ahí, los estudiantes comentaron una a una las acciones que elaboraron, y con ayuda del profesor, se esquematizó para sistematizarlo a manera de índice, quedando de la siguiente manera:

Presentación:

1. Introducción.
2. Concepciones de la ciencia.
3. Temas y subtemas.
 - 3.1. Análisis de los temas y subtemas.
4. Ideas previas.
 - 4.1. Análisis de nuestras ideas previas.
 - 4.2. Balance de mis ideas previas.
5. Situación problema.
 - 5.1. Momentos de la situación problema.
 - 5.2. Análisis de la situación problema.
6. Plan de acción.
7. Comisiones.
8. Trayectoria y desplazamiento.
 - 8.1. El camino más corto.
 - 8.2. Seleccionando el camino más corto: mapa.
9. Investigación.
 - 9.1. Rapidez.
 - 9.2. Velocidad.
 - 9.3. Aceleración.
10. Experimentación.
 - 10.1. Rapidez.
 - 10.2. Velocidad.
 - 10.3. Aceleración.
11. Matematización.
 - 11.1. Rapidez.
 - 11.2. Velocidad.
 - 11.3. Aceleración.
12. Sistematización de información: quiénes irán a las Olimpiadas.
 - 12.1. Rapidez.
 - 12.2. Velocidad.
 - 12.3. Aceleración.
13. El método científico.
14. Análisis de datos.
 - 14.1. Rapidez.
 - 14.1.1. Hombres.
 - 14.1.2. Mujeres.
 - 14.2. Velocidad.
 - 14.2.1. Hombres.
 - 14.2.2. Mujeres.
 - 14.3. Aceleración.
 - 14.3.1. Hombres.
 - 14.3.2. Mujeres.
15. Cómo han cambiado mis ideas previas.
16. Conclusiones.

Este índice, refleja el proceso didáctico en el que se convirtió el proceso metodológico del cambio conceptual, que trayendo la Tabla 5 de la página 90, se puede extender, agregando lo que se hizo desde la presentación de este índice. Así se podrá observar cómo en cada fase, conforme sus etapas, refleja el proceso didáctico que se hizo. Aunque este índice anterior, lo elaboraron inicialmente los alumnos para saber qué diapositivas deberían realizar, también funciona para entender que refleja todo el proceso que hicieron los alumnos, desde la didáctica de la asignatura, y en la Tabla 32, se encuentra entrelazado congruentemente con el proceso de cambio conceptual.

Tabla 32

Proceso didáctico del cambio conceptual para el tema de movimiento

FASES	ETAPAS DE CADA FASE	PROCESO DIDÁCTICO
1. IDEAS PREVIAS	Orientación y contextualización.	1. Introducción. 2. Concepción de la ciencia. 3. Temas y subtemas.
	Identificación y explicitación de las ideas.	4. Ideas previas.
	Desequilibrio y contrastación de las ideas previas: clarificación e intercambio de ideas erróneas.	4. Ideas previas. (Continuación)
2. PLANTEAMIENTO DE LA SITUACIÓN PROBLEMA	Exposición a situaciones de conflicto.	5. Situación problema. 6. Plan de acción. 7. Comisiones.
3. INVESTIGACIÓN Y EXPERIMENTACIÓN	Interpretación y resolución del problema: investigación, experimentación, matematización.	8. Trayectoria y desplazamiento. 9. Investigación. 10. Experimentación. 11. Matematización.
4. EVALUACIÓN	Consolidación: aplicación de los nuevos conceptos.	12. Sistematización de información.
	Consolidación: transferencia a situaciones nuevas.	13. Método científico. 14. Análisis de datos.
	Revisión del cambio en las ideas previas a ideas científicas.	15. Cómo han cambiado mis ideas previas. 16. Conclusión.

Nota: Es una elaboración propia a partir del proceso metodológico del cambio conceptual que se engloba en el índice que usaron los alumnos para realizar su exposición y empatar el proceso.

Con lo anterior, se pasó a las computadoras a elaborar el documento de presentación donde se utilizó Word, Excel, y Power Point como herramientas tecnológicas; es importante destacar que fueron los mismos alumnos durante una semana, con la orientación del profesor, quienes realizaron la presentación, apropiándose de buena manera con la tecnología para la edad que tienen, lo cual es un propósito fundamental para la educación secundaria (SEP, 2022), y el aprendizaje de las ciencias (SEP, 2017).

Una vez que se terminó el trabajo, donde todos los alumnos ya tenían su presentación finalizada, fue enviado al correo de la directora y la maestra de educación física para aprobar la presentación. Cabe destacar que los estudiantes elaboraron la invitación a los grupos, organizando toda la presentación. Se explica este proceso porque se analizará más adelante con las evidencias y autorregistros pertinentes que explican la consolidación del aprendizaje, ahora desde la idea de aprendizaje significativo. Por el momento, sírvase este panorama general, para comprender como todo esto abona al cambio conceptual, para construir aprendizajes significativos. Una vez que se había pasado por el proceso de investigación, experimentación y matematización, se consolidó el aprendizaje cuando los alumnos lo plasmaron en la presentación, además de transferirlo a nuevas prácticas diferentes a las que lo aprendieron inicialmente.

Una vez que realizaron la presentación, le les planteó al final un cuadro a los alumnos donde, del lado izquierdo debían poner las ideas previas que tenían en un principio, y del lado derecho las ideas científicas que consolidaron finalmente tras resolver la situación problema, donde al final se analizó cómo habían cambiado estas ideas y lo que se obtuvo demuestra cómo fue el proceso de cambio conceptual. Una vez que lo tenían se leyó en plenaria, y los estudiantes iban dando recomendaciones a sus demás compañeros sobre cómo podían completar su trabajo. Un ejemplo de lo anterior es la siguiente evidencia de una estudiante quien realizó dicha actividad (Tabla 33).

Tabla 33

Revisión del cambio de las ideas previas a ideas científicas

¿Cómo han cambiado mis ideas previas a ideas científicas?	
Ideas Previas	Ideas Científicas
* No sabíamos lo que era el movimiento. * No conocíamos lo que era la trayectoria y el	* Aprendimos que para hacer ciencia no solo debe ser en un laboratorio, y ser personas antisociales, sino que es necesario observar la naturaleza y salir a explicar. * Sabemos que siempre está relacionada la ciencia con la tecnología, y primero fue esta última.

<p>desplazamiento, además de que confundíamos estos conceptos.</p> <p>* No lográbamos conceptualizar el marco de referencia, la posición, y la distancia recorrida.</p> <p>* No conocíamos qué es, sus unidades, magnitud, fórmula y cómo se calcula la rapidez, velocidad, y aceleración.</p> <p>* No podíamos hacer rectas, tablas de datos, cálculos, ni gráficas de estos temas.</p> <p>* Teníamos el 85% de ideas previas mal, y solo el 15% era científico.</p> <p>* No conocíamos el método científico.</p> <p>* Se nos dificultaba hablar en público y no conocíamos como usar Office o elaborar una presentación para las personas en computadora.</p>	<p>* Sabemos que el desplazamiento puede ser una línea recta imaginaria de un punto inicial a un punto final, mientras que la trayectoria es todo el camino recorrido por un móvil. La primera se asocia al desplazamiento, y la segunda a la velocidad y aceleración.</p> <p>* Conocemos que las tablas de datos nos ayudan a organizar y sistematizar la información, y que llevan los apartados que nosotros deseemos siempre y cuando sean útiles para lo que queremos lograr. Y estas tablas de datos se rescatan de la fase de experimentación y no son inventadas.</p> <p>* Ahora sabemos hacer rectas, tablas de datos, cálculos y gráficas de todo el movimiento. Las gráficas sirven porque son representaciones visuales y ya te dejan ver con claridad todo el proceso, y de ahí se pueden sacar los conceptos.</p> <p>* La rapidez se define como la distancia recorrida en un tiempo determinado, y se calcula mediante el desplazamiento en línea recta, e involucra distancia y tiempo. Su fórmula es $r = d/t$</p> <p>* La velocidad es el recorrido de un móvil en lapsos de distancia entre lapsos de tiempo. Su fórmula es $V = \frac{df-di}{tf-ti}$.</p> <p>* La aceleración es el cambio de velocidad en un lapso de tiempo determinado. Su fórmula es $a = \frac{vf-vi}{tf-ti}$.</p> <p>* La rapidez es una magnitud escalar porque solo tiene cantidad; mientras que la velocidad y aceleración son magnitudes vectoriales porque tienen magnitud, dirección y sentido, además de cantidad. Las dos primeras se miden en km/h, y la segunda lleva el tiempo al cuadrado porque va aumentando, o disminuyendo y se llama desaceleración.</p> <p>* Aprendimos a hacer gráficas y usar las computadoras y el método de la ciencia.</p>
---	--

Nota. Elaboración propia a partir de las producciones en la libreta de una alumna.

Se muestra la transformación de las ideas previas de los estudiantes, tras ser rescatadas y desequilibradas hace posible la construcción de aprendizaje científico puesto que ahora sus concepciones alternativas sobre el movimiento se han modificado. Ahora los alumnos saben no solo las conceptualizaciones, sino los procesos experimentales y matemáticos que los sustentan. Se nota como su visión de ciencia ha cambiado y comprenden que cualquier persona puede hacer ciencia, y no solo las personas que están en un laboratorio. Es importante notar cómo explican el movimiento en torno a su vida cotidiana y se ve claramente la relación que logran con esto.

Más allá de que los estudiantes puedan ir o no a competir porque fueron los más rápidos, veloces o aceleraron más, sus representaciones se han modificado, aspecto fundamental para este proceso de cambio. Por el momento se analiza solo la primera instrumentación, hasta la parte de conflicto cognitivo para explicar el cambio conceptual, dejando claro que con ello se produce aprendizaje significativo. Esto representa el abordaje del análisis de una situación problema con un dinamismo claro, y un problema totalmente abierto (Del Carmen, 2006), donde los alumnos hacen ciencia por sí mismos con la guía del docente. Se hace énfasis en cuanto a, cómo fue la construcción de aprendizaje significativo, mediante esta situación problema, ahora es momento de explicar cómo

algunos planteamientos en otra situación problema que se les planteó, no abonan a la construcción de aprendizaje significativo, y el profesor, aunque con buenas intenciones, presenta una versión distorsionada de los conceptos científicos, aun cuando utiliza la metodología del cambio conceptual. Por tanto, la necesidad de ser cuidadoso en el tratamiento didáctico de las ciencias.

7.3 Aprendizaje significativo en ciencias

Respecto al problema objeto de estudio, ¿cómo construir aprendizajes significativos en la enseñanza de la física con estudiantes de educación secundaria? En los apartados anteriores se ofrece una opción viable para los profesores interesados en la enseñanza de la ciencia en el proceso medular como lo es la exposición a situaciones de conflicto, además de la propuesta metodológica para el aprendizaje de las ciencias que lo engloba, el cambio conceptual, ahora se espera que este apartado contribuya en un primer momento a la significancia de los aprendizajes para orientar los procesos de construcción de conocimiento en las ciencias.

Como ya se mencionó, lo primero es presentar el tema y analizarlo para que a los estudiantes les quede claro qué, cómo y para qué van a aprender el contenido que se les presenta. Posteriormente, se rescatan las ideas previas de dichos temas haciéndolas explícitas a los educandos y dándoles a conocer desde dónde las obtuvieron, así como las ideas que son próximas a la ciencia y las que no lo son.

Después se desequilibran sus ideas previas, se les debe presentar un conflicto cognitivo a manera de situación problema que esté contextualizada al nivel de maduración mental de los alumnos. Posteriormente, se analiza, fragmentándola, para conocer qué saben, qué les llama la atención, y qué no saben del problema, además de los momentos de inicio, desarrollo y cierre que posee, para comprender cómo la entienden los alumnos, siendo esto un punto clave, de este aprendizaje significativo porque desde ahí se postula la modificación de las ideas previas erróneas a ideas científicas.

Finalmente se lleva a cabo un proceso de resolución del problema en la medida que se investigue, experimente y matematice el fenómeno para que, por último, se vea en el cambio en las ideas previas a ideas científicas con un proceso de metacognición y reflexión social compartida. Recapitulando el proceso anterior, en términos generales, se puede afirmar, que se construye aprendizaje significativo.

Es un proceso sencillo de comprender una vez que se conocen los fundamentos del aprendizaje significativo, pero en extremo complejo psicológicamente de ser llevado a cabo con los alumnos. No cualquier situación problema es factible de ser aplicada, aun cuando el fenómeno que se problematice esté contextualizado. Como se menciona con anterioridad, el aprendizaje significativo se produce cuando se plantean conflictos sociocognitivos contextualizados mediante el uso de la metodología para el aprendizaje de las ciencias denominada cambio conceptual. Ya se explicaban las formas en que deberían plantearse los conflictos cognitivos, así como los procesos de cambio conceptual; aunque cabe destacar que esto no siempre construye aprendizaje significativo, o en su defecto, ocasionalmente se produce aprendizaje significativo de ideas no científicas.

La dificultad con las situaciones problema es que ocasionalmente se presentan como pseudoproblemas que explícitamente parecen tener lógica, pero implícitamente no hay coherencia interna en ellas. Es evidente que cuando el profesor las presenta, los estudiantes las resolverán con la intención de cumplir, incluso pueden modificar sus ideas previas a ideas más acercadas a la ciencia, pero no necesariamente son científicas en todos los sentidos. Se vuelven procesos mecanicistas que no son adecuados y la comprensión del fenómeno se deja de lado, y la matematización aparece sin sentido (SEP, 2006; Del Carmen, 2006; Díaz, 2006).

Tal es el caso de la instrumentación contenida en el proyecto de intervención aplicada del 22 de noviembre del 2022 al 17 de marzo del 2023, los contenidos a tratar fueron para el tema: la descripción de las fuerzas en el entorno; y los subtemas: a) fuerza resultante, métodos gráficos de suma vectorial. b) equilibrio de fuerzas; uso de diagramas. Para esta intervención, la situación problema que se planteó fue la siguiente:

Derivado de la pandemia del Covid-19, el Departamento de Virología del InDRE del Gob. Mex., pretende investigar el desplazamiento y la trayectoria con la que llegó el virus a México; además de la fuerza, la fuerza resultante, y la fuerza de atracción gravitacional del virus con las personas que están cerca; sustentando el trabajo en las leyes del movimiento. Se sugiere apoyarse de un plan de acción para organizar el trabajo, así como la creación de roles y comisiones, para finalmente presentarlo a la comunidad escolar.

Vemos como la contextualización de la pandemia con el virus del SARS-COV-2 que causó la enfermedad del COVID-19 es una buena razón para utilizar el cambio conceptual basado en el planteamiento de situaciones problema. Incluso el gobierno en el plan de estudios actual, en la SEP (2022), se sugiere la utilización de este fenómeno ocurrido a nivel mundial para detonar el

aprendizaje. El rescate de este fenómeno es conveniente, aunque no siempre para todos los temas. Por ejemplo, aquí para comenzar el caso que se analiza es hipotético, porque el departamento de virología del Instituto de Diagnóstico y Referencia Epidemiológicos (InDRE) de Gobierno Mexicano no quería investigar cómo llegó el virus a México, calculando su desplazamiento y trayectoria.

Aquí lo que se pretende es que se conceptualice el desplazamiento y la trayectoria, pero con supuestos hipotéticos que no son lo más convenientes, con datos que incluso se pueden considerar inventados. Si bien es cierto que la información se rescató de internet, hubo una interpretación inadecuada por el profesor: la trayectoria se construyó a partir de los países por donde fue apareciendo el virus, lo que evidentemente no refleja que esa fuera su trayectoria desde China hasta México, no siendo lo más convenientes, puesto que solo se buscó aplicar la matematización y no la comprensión de un problema real, o la construcción científica de los conceptos, que sabemos es lo principal para la educación científica en México (SEP, 2006; 2011).

El problema de fondo radica en que la trayectoria de propagación de una enfermedad no es como la de un atleta, un carro o una pelota. Una persona enferma de Covid-19 tienen millones de copias del virus en su cuerpo y puede expulsar muchas de ellas al aire al hablar o estornudar. Alguien cercano las puede inhalar, entrando a su organismo y estando ahí por algún tiempo (de incubación) antes de que la persona muestre síntomas o sea contagiosa; en todo este periodo, la persona se traslada en su medio y las partículas del virus se mueven dentro de la persona.

Es importante señalar que la reproducción de un virus ocurre cuando se infectan las células del huésped, que genera copias del invasor (Bermudez, 1976). Entonces, no es que la persona con Covid-19 le pase a otra las mismas partículas que recibió de alguien más; está esparciendo las copias que se produjeron al interior de su organismo. Ya que la persona se vuelve contagiosa, exhala partículas que pueden contagiar a otros individuos. El proceso se repite, con un movimiento bastante aleatorio en dos niveles: el virus dentro de cada persona y las personas en su localidad (solo unas cuantas realizaron viajes a otras ciudades, estados o países).

En última instancia hay que considerar dos factores clave por los que esto distorsiona un análisis de desplazamiento, velocidad, aceleración y fuerza: 1. La partícula con la que inicia el contagio, en la ciudad de origen, no es la que llega al lugar de destino. La dinámica de un cuerpo, en

mecánica, se estudia precisamente para el movimiento de un mismo cuerpo; no funciona para los 'relevos' entre las copias del virus que se van generando. 2. Por los puntos planteados arriba, la trayectoria de la enfermedad es complejísima. No veo una forma realista de resolver esto, incluso desde la física estadística, siendo algo de enorme dificultad.

Un profesor más experimentado no hubiera puesto este problema para construir aprendizaje significativo o al menos no desde tal abordaje. Esto refleja una falta de visión más profunda de los conceptos físicos. El cambio conceptual y los problemas que se plantean en la fase del conflicto cognitivo para producir aprendizajes significativos, están condicionados por varios factores al ser llevado a cabo con los alumnos.

Uno de ellos es el dominio de la disciplina, es decir, el conocimiento ontológico y epistemológico de la ciencia que posea el profesor del tema que va a enseñar, puesto que de ello depende la manera en que comprende el conocimiento y cómo se origina en la mente de los alumnos, dependiendo de cada tema. Otro aspecto condicionante es el conocimiento del contexto de los estudiantes: al ser más cercano al profesor, las vivencias que rescate de la vida cotidiana tanto para conocer las ideas previas, cómo para problematizarlas y una vez pasado el proceso de aprendizaje, puedan llevarlas nuevamente a su contexto para entenderlo y transformarlo cuando sea necesario.

Finalmente, el conocimiento de la metodología en la didáctica de las ciencias, pues, aunque se llegué a tener algún dominio tanto del contenido disciplinar que se enseña, como la internalización del contexto propio de los alumnos, si no se sabe cómo enseñar, es decir, con qué recursos, herramientas, estrategias, con qué actividades y procesos, el aprendizaje será inerte (Perkins, 2000), y regularmente no tendrá significancia.

Y esto fue lo que pasó con dicha situación problema. El proceso que se les presentó a los estudiantes para que la resolvieran fue darles información extra que les permitiría trazar en primer lugar la trayectoria y el desplazamiento. Para que pudieran trazar la trayectoria se les dijo que el virus había llegado de la siguiente manera a México: China → Tailandia → Corea del Sur → Taiwán → EE. UU. → Francia → Italia → México.

Aunque cada uno de estos lugares fue donde se presentaron los casos de Sars-Cov-2, que no necesariamente es adecuado, porque los casos confirmados estaban en función de las pruebas, y el recorrido del virus no fue de esta manera. Simplemente se pretendió que los estudiantes encontraran

las distancias y los tiempos para que pudieran calcular la rapidez, velocidad y aceleración, así como trazar la trayectoria y el desplazamiento en un mapa para comprenderlo, y con ello poder conceptualizar la fuerza.

Estaba más bien en función de la comprensión superficial del fenómeno del movimiento y la fuerza, así como su matematización, más que en la construcción conceptual de lo que implica este tema. Así que este ejemplo hipotético no es adecuado por los errores conceptuales que puede presentar y que pueden ser arrastrados hasta niveles altos de escolarización.

Por otro lado, la fuerza del virus se calculó una vez que se hizo la sistematización matemática de aceleración y por medio de la segunda Ley de Newton, con cada aceleración que tuvo el virus por el mundo. De forma hipotética, se multiplicó cada una de las aceleraciones que tuvo en cada país, por la masa del virus que con antelación el profesor investigó en internet, la convirtió a notación científica y así se hizo uso de ese dato. Esas aceleraciones, multiplicadas por la masa del virus, sirvieron como fundamento para conocer la fuerza, donde posteriormente se calculó la fuerza resultante.

Viendo la dirección y el sentido del movimiento del virus en los países, se propuso que cada fuerza, por ser una magnitud vectorial, asumiera la dirección y el sentido que tenía dependiendo del país, y se elaboraron diagramas de cuerpo libre y suma de fuerzas por el método gráfico del polígono para calcular la fuerza resultante desde China hasta México; aunque para hacer un diagrama de cuerpo libre, con la suma de fuerzas, tienen que ser fuerzas que actúan sobre él al mismo tiempo; no funciona integrar las fuerzas que experimentó en diferentes momentos.

Otra dificultad importante está centrada en que, la fuerza que actúa sobre el virus no se puede calcular de esta manera, porque es imposible que un virus por sí solo y aislado tenga fuerza o que como aquí se representa, o peor aún, que se diga que es su fuerza de contagio; además de que la fuerza resultante es exageradamente mayor y con una dirección y un sentido bastante irreales. Por otro lado, cuando se calcula la velocidad y aceleración por medio de la trayectoria, al conocer sus distancias y tiempos, se asume que la velocidad del vuelo en el avión es constante, así como la aceleración, lo cual es otro error conceptual.

Finalmente, cuando se habla de fuerza de atracción gravitacional, se parte de la idea de que cuando una persona estornuda se quedan las partículas por un momento en el aire y las personas podemos

atraer por la fuerza gravitacional del virus. Esto está alejado de la realidad porque si bien dos masas se atraen, lo cual se puede explicar por las Leyes de Newton, no es adecuado con este problema, porque entonces el cálculo de la fuerza de atracción gravitacional de las personas con el virus de esta forma, está sesgado y es inadecuado, por lo que se convierte en un cálculo mecánico que es necesario evitar (SEP, 2006; Del Carmen, 2006; Díaz, 2006); en otras palabras, es simplemente un dato despreciable comparado con la fuerza que ejercen las partículas en el aire al chocar con el virus.

El tratamiento de la situación problema se hizo como se ejemplificó en apartados anteriores, se presentaron a los estudiantes los temas para posteriormente analizarlos. Enseguida se rescataron las ideas previas presentándoles lo que está bien y mal en ellas haciendo posteriormente un balance. Con ello se les presentó la situación problema que se dividió en momentos, viendo qué pide y cómo entendían lo que pide para enseguida elaborar un plan de acción y comisiones. Pero al comenzar a desarrollar dicha investigación, parecería que los alumnos lo hacían de forma mecánica y las lecturas que realizaban de su libro de texto gratuito, difícilmente se enlazaban de forma congruente.

Es Díaz (2006), quien aclara cómo son escenarios auténticos donde dichas prácticas se vinculan con aprendizajes significativos en tanto se tomen en cuenta dos dimensiones, la de relevancia cultural y actividad social. La primera trataría de un tipo de enseñanza dinámica que emplea ejemplos, imágenes, demostraciones acercadas al contexto de los alumnos; y la segunda dimensión más bien se enfoca a la guía del profesor en tanto colaboración para la solución de problemas con ayuda de estrategias didácticas. Dicha autora menciona que existen cuatro cuadrantes donde entre más descontextualizados sean los ejercicios y los datos estén inventados, la relevancia cultural y la actividad social será baja, y viceversa.

Así que dicha situación problema pasa por diversos cuadrantes puesto que hay ejercicios con datos inventados (nivel 1), pasando por datos colaborativos de datos también inventados (nivel 2), pero hay ejercicios con ejemplos relevantes que han vivido los alumnos (nivel 3), y también análisis colaborativo pero de datos relevantes (nivel 4), y finalmente existen simulaciones situadas (nivel 5) en la situación problemática planteada; sin embargo, no se llega al nivel más alto (6) donde existe el aprendizaje *in situ*, es decir, la resolución de problemas sociales contextualizados donde se ve el problema de forma integral. Es lamentable como, aun existiendo buenas intenciones por

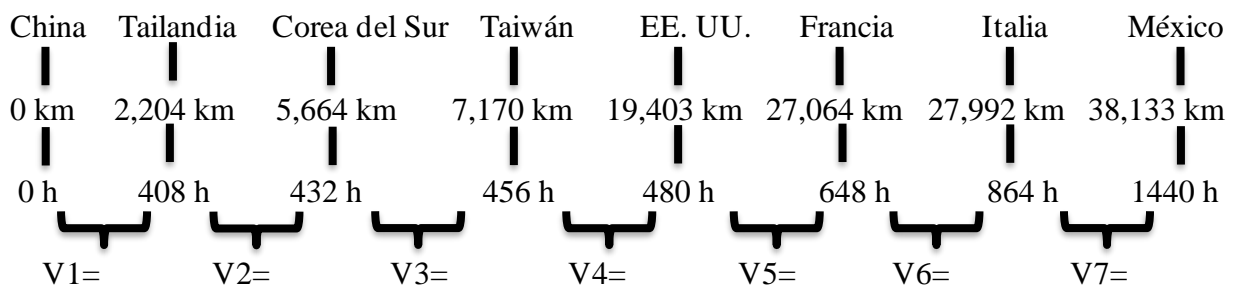
parte del profesor, el aprendizaje no es significativo porque parte de datos hipotéticos, que no son reales y que científicamente generan concepciones inadecuadas sobre los fenómenos científicos.

Hasta ahora se ha mostrado en apartados anteriores, cómo es que una situación problema en el tema de movimiento conduce a aprendizajes significativos cuando se aplica adecuadamente la metodología de cambio conceptual. Por el contrario, con una situación problemática descontextualizada con errores conceptuales, no conduce a aprendizajes significativos, o quizá se podría decir que genera aprendizajes significativos no científicos.

Se hace uso del término aprendizajes significativos no científicos porque tienen coherencia y lógica para los alumnos, incluso logran modificar sus ideas previas a nuevas estructuras mentales, pero no concuerdan con los conceptos científicamente verificados. Para explicar mejor los errores conceptuales en el tratamiento de esta situación problema, a continuación, se presentan los cálculos que se hicieron, con la intención de explicarlos posteriormente. Se advierte que a los alumnos durante su investigación encontraron las distancias y los tiempos por los que pasó el virus, con información previamente dispuesta por el profesor. Así, ellos calcularon la velocidad, con ello la aceleración, y posteriormente la fuerza y la fuerza resultante. Se rescató una recta, una tabla de datos, una sistematización matemática y una gráfica, salvo de fuerza que no se hizo gráfica, y de fuerza resultante que se hizo un diagrama de cuerpo libre y suma de fuerzas por el método del polígono. Así fue como iniciaron el tratamiento para encontrar la fuerza resultante, iniciando por conocer la velocidad, como se aprecia en la Figura 19:

Figura 19

Recta de velocidad del SARS-COV-2 por el mundo hasta llegar a México



Nota. Elaboración propia a partir del acomodo de la distancia y el tiempo que se dedujo por los alumnos tras la investigación que se elaboró en el aula para acomodar los datos del virus.

En esta recta de velocidad media, los estudiantes rescataron las distancias y los tiempos como ya se mencionó, a partir de los datos proporcionados por el docente. Solo tenían las distancias de una ciudad a otra, por lo que la primera recta que elaboraron no estaba correcta hasta que finalmente sumaron todas las distancias. Algo similar pasó con el tiempo, lo expresaban en días rescatando el resultado desde las fechas que les marcaba y finalmente sumando las horas. Una vez que tenían dicha recta, elaboraron la Tabla 34 para organizar precisamente los datos que tenían y poder realizar los cálculos:

Tabla 34

Datos para la velocidad del SARS-COV-2

Tabla de Datos de Velocidad		
Velocidad	Distancia	Tiempo
V1	di= 0 km df= 2,204 km	ti= 0 h tf= 408 h
V2	di= 2,204 km df= 5,664 km	ti= 408 h tf= 432 h
V3	di= 5,664 km df=7,170 km	ti= 432 h tf= 456 h
V4	di= 7,170 km df= 19,403 km	ti= 456 h tf= 480 h
V5	di= 19,403 km df= 27,064 km	ti= 480 h tf= 648 h
V6	di= 27,064 km df= 27,992 km	ti= 648 h tf= 864 h
V7	di= 27, 992 km df= 38,133 km	ti= 864 h tf = 1440 h

Nota. Elaboración propia a partir de los datos sistematizados que los estudiantes organizaron con la recta del recorrido del Sars-Cov-2, mostrada en la Figura 19.

Cada una de las velocidades tiene dos distancias y dos tiempos dependiendo de cada lapso. Esto es porque en la investigación se tomó en cuenta que la expresión algebraica es $V = (df - di) / (tf - ti)$. Es decir, velocidad es igual a distancia final menos distancia inicial, entre tiempo final menos tiempo inicial. Así es que la matematización debe venir después de la investigación y por supuesto de la recogida de datos de la experimentación. Para este caso no hubo experimentación, lo cual le quita el sentido al enfoque de la física porque de no existir la vivencia del fenómeno como tal, será más difícil que lo puedan interiorizar (SEP, 2011; Alvarado, 2015) y reinterpretar conforme a sus

esquemas mentales; más aún en educación secundaria y sobre todo con fenómenos como el movimiento. Por tanto, después de la tabla de datos, se procedió a realizar los cálculos de velocidad en una sistematización matemática, donde los estudiantes utilizaron la expresión algebraica antes mencionada para calcular el fenómeno de la velocidad (Tabla 35):

Tabla 35

Sistematización matemática de velocidad del SARS-COV-2

Sistematización Matemática de Velocidad				
Datos	Fórmula	Sustitución	Operación	Resultado
V1= ¿...? di= 0 km df= 2,204 km ti= 0 h tf= 408 h	$V = \frac{df - di}{tf - ti}$	$V1 = \frac{(2,204 \text{ km} - 0 \text{ km})}{(408 \text{ h} - 0 \text{ h})}$	2,204-0= 2,204 408-0= 408 2,204 / 408= 5.4	V1= 5.4 km/h
V2= ¿...? di= 2,204 km df= 5,664 m ti= 408 h tf= 432 h	$V = \frac{df - di}{tf - ti}$	$V2 = \frac{(5,664 \text{ km} - 2,204 \text{ km})}{(432 \text{ h} - 408 \text{ h})}$	5,664-2,204= 3,460 432-408= 24 3,460 / 408= 144.1	V2= 144.1 km/h
V3= ¿...? di= 5,664 km df= 7,170 km ti= 432 h tf= 456 h	$V = \frac{df - di}{tf - ti}$	$V3 = \frac{(7,170 \text{ km} - 5,664 \text{ km})}{(456 \text{ h} - 432 \text{ h})}$	7,170-5,664= 1,506 456-432= 24 1,506 / 24= 62.7	V3= 62.7 km/h
V4= ¿...? di= 7,170 km df= 19,403 km ti= 456 h tf= 480 h	$V = \frac{df - di}{tf - ti}$	$V4 = \frac{(19,403 \text{ km} - 7,170 \text{ km})}{(480 \text{ h} - 456 \text{ h})}$	19,403-7,170= 12,233 480-456= 24 12,233 / 24= 509.7	V4= 509.7 km/h
V5= ¿...? di= 19,403 km df= 27,064 km ti= 480 h tf= 648 h	$V = \frac{df - di}{tf - ti}$	$V5 = \frac{(27,064 \text{ km} - 19,403 \text{ km})}{(648 \text{ h} - 480 \text{ h})}$	27,064-19,403= 7661 648-480= 168 7661 / 168= 45.6	V5= 45.6 km/h
V6= ¿...? di= 27,064 km df= 27,992 km ti= 648 h tf= 864 h	$V = \frac{df - di}{tf - ti}$	$V6 = \frac{(27,992 \text{ km} - 27,064 \text{ km})}{(864 \text{ h} - 648 \text{ h})}$	27,992-27,064= 928 864-648= 216 928 / 216= 4.2	V6= 4.2 km/h
V7= ¿...? di= 27,992 km df= 38,133 km ti= 864 h tf= 1,440 h	$V = \frac{df - di}{tf - ti}$	$V7 = \frac{(38,133 \text{ km} - 27,992 \text{ km})}{(1,440 \text{ h} - 864 \text{ h})}$	38,133-27,992= 10,141 1,440-864= 576 10,141 / 576= 17.6	V7= 17.6 km/h

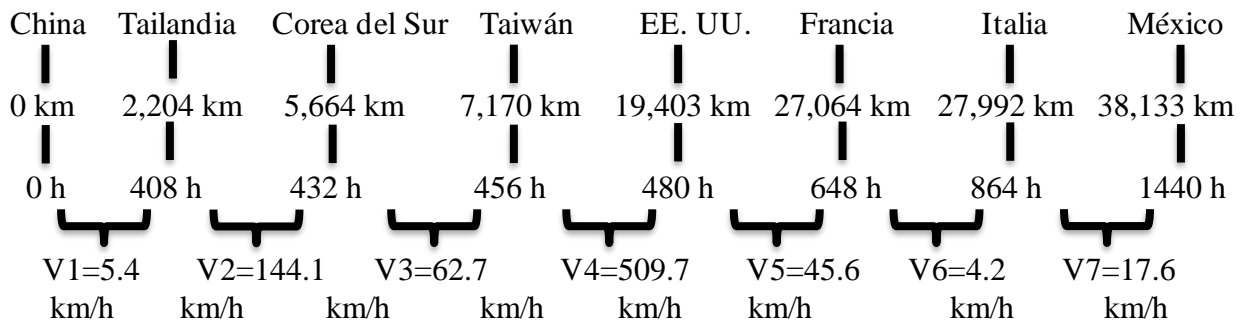
Nota. Elaboración propia a partir de los cálculos de los estudiantes para la velocidad del virus. Solo se fueron transcribiendo y dando forma a los resultados tal cual los tenían los alumnos.

En la sistematización matemática, que es rescatada de los cálculos de los estudiantes, pudieron encontrar, a partir de los datos proporcionados en la investigación, cómo es que fue cada una de las velocidades tras el paso del SARS-COV-2 por el mundo, y así poder explicar en cada lapso en términos de velocidad cómo llegó a México. Este proceso matemático quedó bien internalizado con la situación problema pasada, donde se pretendía que los alumnos fueran a competir en relevos 4x100 a las XVI olimpiadas de atletismo; de igual manera la aceleración, por lo que no fue problema volverlo a calcular, e incluso para algunos solo era volver a hacer lo mismo que antes.

Además, se investigó cómo fue en cada país el tratamiento del virus y le atribuyeron ciertas características como densidad de población, comercio, medidas preventivas y sistema de sanidad, para explicar por qué en algunos lugares la pandemia afectó más que en otros. Es así como los estudiantes lograron completar la recta de velocidad, y elaboraron la gráfica distancia-tiempo a partir de los resultados obtenidos, lo cual se muestra en la Figura 20.

Figura 20

Recta terminada de velocidad del SARS-COV-2 por el mundo hasta llegar a México



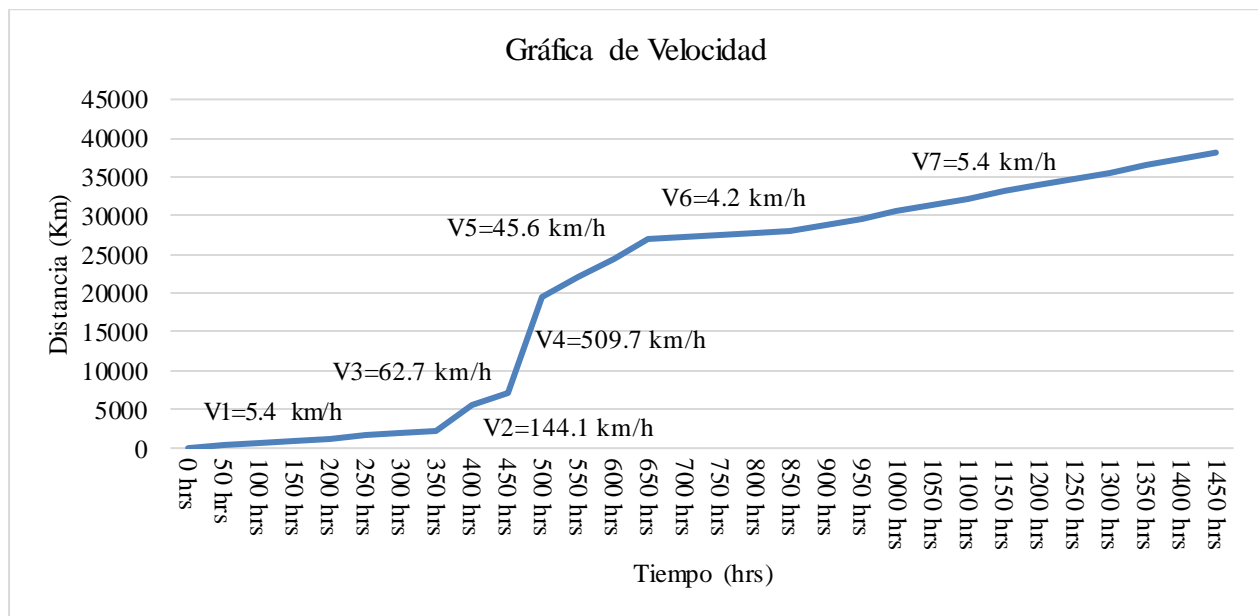
Nota. Esta recta representa la recta de velocidad terminada para la velocidad una vez realizado todo el proceso matemático.

Después de haber investigado, pasaron a realizar la recta de velocidad incompleta, posteriormente la tabla de datos, y enseguida los cálculos, lo que ayudó a que terminarán de completar la recta de velocidad. Aquí radica otro problema, la fase de experimentación para la fuerza, donde los alumnos debían recabar datos y de alguna manera *vivir el fenómeno* de la fuerza, no estuvo presente, presentando datos aislados que no tomaban sentido para los alumnos (Perkins, 2000), reafirmando la concepción de que la física es una ciencia de ‘solo matemáticas’. Aún así, con los datos

anteriores, los estudiantes trazaron la gráfica de velocidad (Figura 21), que refleja los vectores del movimiento para la velocidad.

Figura 21

Gráfica de Velocidad del SARS-COV-2



Nota. Es de elaboración propia a partir de la gráfica que los estudiantes elaboraron en su libreta para la velocidad del virus.

Una vez que se tenía esa gráfica, los alumnos pasaron a interpretarla explicando a partir de los vectores que representa cada velocidad, qué indica que esté más horizontal o vertical o que la línea sea más larga o corta, además se agregó la dirección y el sentido de la misma. Se socializó sobre otros supuestos en diferentes contextos cómo qué hubiese pasado si de Italia a México hubiera hecho menos tiempo en llegar el virus.

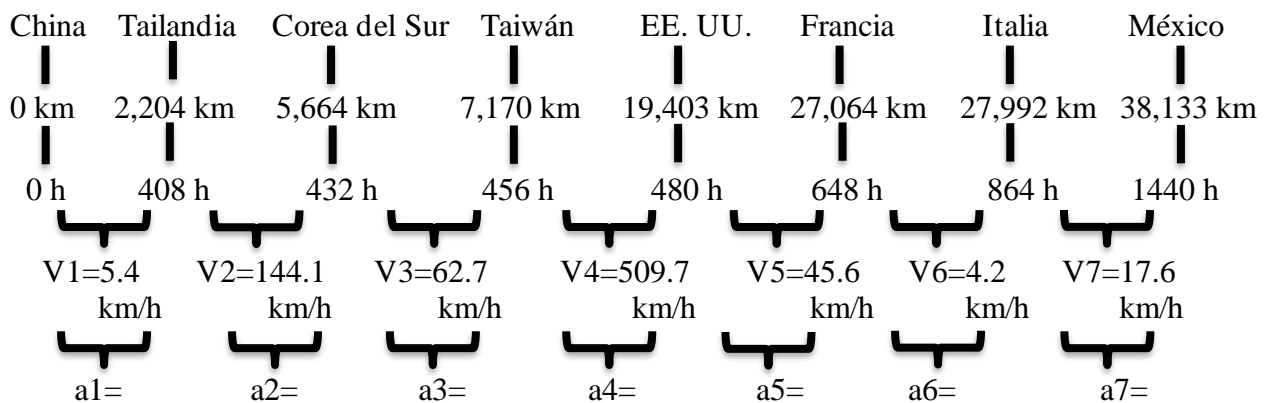
Las interpretaciones que algunos estudiantes hicieron, y que posteriormente se socializaron también con el sentido de corregirlas, versaban sobre si esta gráfica representaba los contagios, puesto que al ver otras gráficas eso imaginaban; finalmente lo lograron relacionar con la velocidad que llegaba a cada país a partir de lo que se tardaba. Se vuelve a insistir en que calcular la velocidad del virus por el mundo de esta forma es inadecuado, carece de bases y es anticientífico, pero ayudó en su momento a que los alumnos se apropiaran del aprendizaje esperado: de trazar gráficas

distancia contra tiempo, aspecto que consolidaron cuando se les pidió que trasladaran este conocimiento a otra gráfica con otros datos.

Entonces, aprender a realizar gráficas y poder calcular la aceleración, así como interpretar el movimiento de forma científica fue adecuado, pero los datos inventados y descontextualizados no. Por tanto, no representa una situación problema adecuada conforme se explicó anteriormente. Es necesario recalcarlo porque profesores con buenas intenciones pueden conducir a errores conceptuales al plantear situaciones problema si no lo hacen adecuadamente; con una instrumentación didáctica adecuada que refleje en la planeación el conocimiento didáctico, disciplinar y contextual del problema objeto de estudio. Por tanto, de igual manera se pasó a realizar la recta de aceleración (Figura 22), tras las investigaciones de los alumnos al conceptualizar este término:

Figura 22

Recta de aceleración del SARS-COV-2 por el mundo hasta llegar a México



Nota. Es de elaboración personal con la recta de aceleración de los estudiantes. Primero se elabora de esta manera, dejando la aceleración en blanco, porque posteriormente con los cálculos se completará.

En esta recta, se muestra que los alumnos aún no tienen los datos, pero se calcularon encontrando en la investigación de internet, así como del libro de texto que la expresión algebraica para la aceleración media es: $a = (v_f - v_i) / (t_f - t_i)$, donde aceleración es igual a velocidad final menos velocidad inicial, entre tiempo final menos tiempo inicial. Con ello, se elaboró la Tabla 36.

Tabla 36

Datos de aceleración del SARS-COV-2

Tabla de Datos de Aceleración		
Aceleración	Velocidad	Tiempo
a1	vi= 0 km/h vf= 5.4 km/h	ti= 0 h tf= 408 h
a2	vi= 5.4 km/h vf= 144.1 km/h	ti= 408 h tf= 432 h
a3	vi= 144.1 km/h vf= 62.7 km/h	ti= 432 h tf= 456 h
a4	vi= 62.7 km/h vf= 509.7 km/h	ti= 456 h tf= 480 h
a5	vi= 509.7 km/h vf= 45.6 km/h	ti= 480 h tf= 648 h
a6	vi= 45.6 km/h vf= 4.2 km/h	ti= 648 h tf= 864 h
a7	vi= 4.2 km/h vf= 17.6 km/h	ti= 864 h tf= 1440 h

Nota. Es la tabla de datos de aceleración que los estudiantes hicieron a partir de la recta en la Figura 22 para encontrar la aceleración posteriormente en los cálculos.

Como se puede observar, con la expresión algebraica que se utilizó, cada dos velocidades, una inicial y otra final, se calcula la aceleración, de igual manera con dos tiempos. Ya se habló de lo inadecuado de este tipo de situación problema, no solo en lo fáctico y conceptual, sino además en las pruebas matemáticas que, aunque son adecuadas para que conozcan el proceso para calcular la aceleración a partir del cambio de velocidad positivo para acelerar o negativo para desacelerar, quedan con la idea errónea de que, la aceleración siempre es un promedio o media, cuando casi en ningún fenómeno físico ocurre de esta manera.

Por tanto, de aquí en adelante los cálculos que se harán de aceleración y fuerza, son mecánicos e incorrectos. Lamentablemente las decisiones didácticas que se presentan a raíz de este problema, es que puede estar demasiado avanzado el proceso que los docentes prefieren terminar el programa con esos errores científicos, y por tener que terminar los contenidos que son bastantes y amplios, y se requiere abarcar todos los contenidos.

Así fue como, con esos datos, se decidió realizar los cálculos, donde se explicó a los estudiantes un ejemplo, y ellos realizaron el resto de las aceleraciones. Además, haciendo hincapié en la definición, los alumnos comprendieron las aceleraciones y desaceleraciones, mismas que se

tendrían que ver reflejadas tanto en los resultados negativos como en las gráficas, aspectos que se muestran en la Tabla 37:

Tabla 37

Sistematización matemática de aceleración del SARS-COV-2

Sistematización Matemática de Aceleración				
Datos	Fórmula	Sustitución	Operación	Resultado
a1= ¿...? Vi= 0 km/h vf=5.4 km/h ti= 0 h tf= 432 h	$a = \frac{vf - vi}{tf - ti}$	$a1 = \frac{(0 \text{ km/h} - 5.4 \text{ km/h})}{(0 \text{ h} - 432 \text{ h})}$	5.4 - 0 = 5.4 432 - 0 = 432 5.4 / 432 = 0.0125	a1= 0.012 km/h ²
a2= ¿...? Vi= 5.4 km/h vf=144.1 km/h ti= 408 h tf= 432 h	$a = \frac{vf - vi}{tf - ti}$	$a1 = \frac{(144.1 \text{ km/h} - 5.4 \text{ Km/h})}{(432 \text{ h} - 408 \text{ h})}$	144.1 - 5.4 = -138.7 432-408 = 24 138.7 / 24 = 5.7	a1= 5.7 km/h ²
a3= ¿...? Vi=144.1 km/h vf= 62.7 km/h ti= 432 h tf= 456 h	$a = \frac{vf - vi}{tf - ti}$	$a2 = \frac{(62.7 \text{ km/h} - 144.1 \text{ km/h})}{(456 \text{ h} - 432 \text{ h})}$	62.7-144.1= -81.4 456-432 = 24 -81.4 / 24 = -3.3	a2= -3.3 km/h ²
a4= ¿...? Vi= 62.7 km/h vf= 509.7km/h ti= 456 h tf= 480 h	$a = \frac{vf - vi}{tf - ti}$	$a3 = \frac{(509.7 \text{ km/h} - 62.7 \text{ km/h})}{(480 \text{ h} - 456 \text{ h})}$	509.7-62.7= 447 480-456 = 24 447/ 24 = 18.6	a3= 18.6 km/h ²
a5= ¿...? Vi=509.7 km/h vf= 45.6 km/h ti= 480 h tf= 648 h	$a = \frac{vf - vi}{tf - ti}$	$a4 = \frac{(45.6 \text{ km/h} - 509.7 \text{ km/h})}{(648 \text{ h} - 480 \text{ h})}$	45.6-509.7 = -464.1 480-456 = 168 -464.1 / 168 = -2.7	a4= -2.7 km/h ²
a6= ¿...? Vi= 45.6 km/h vf= 4.2 km/h ti= 648 h tf= 864 h	$a = \frac{vf - vi}{tf - ti}$	$a5 = \frac{(4.2 \text{ km/h} - 45.6 \text{ km/h})}{(864 \text{ h} - 648 \text{ h})}$	4.2-45.6 = -41.4 648-480 = 216 -41.4 / 216 = -0.19	a5= -0.19 km/h ²
a7= ¿...? Vi= 4.2 km/h vf= 17.6 Km/h ti= 864 h tf= 1,440 h	$a = \frac{vf - vi}{tf - ti}$	$a6 = \frac{(17.6 \text{ km/h} - 4.2 \text{ km/h})}{(1,440 \text{ h} - 864 \text{ h})}$	17.6-4.2 = 13.4 1,440-864 = 576 13.4 / 576 = 0.02	a6= 0.02 km/h ²

Nota. Cálculos de aceleración elaborados por los alumnos.

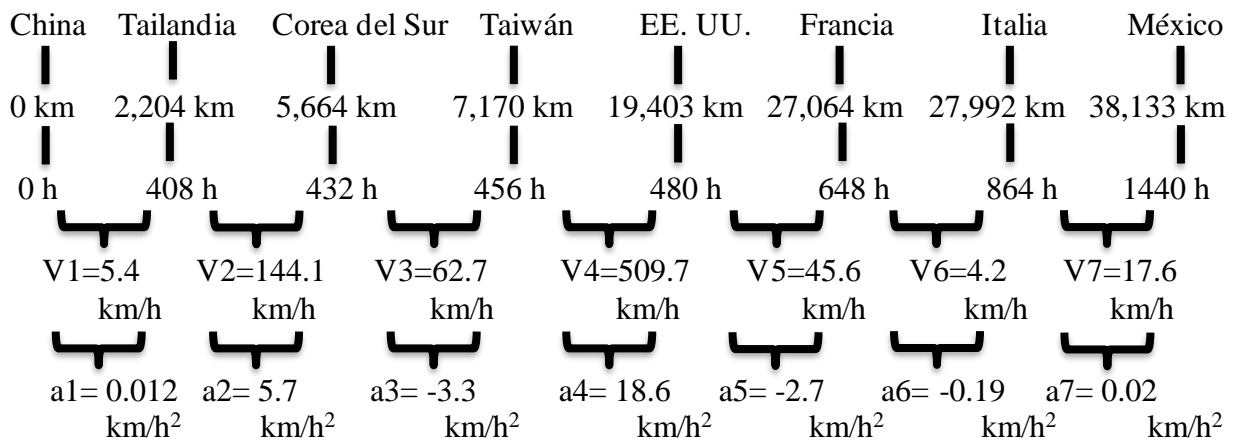
Los estudiantes encontraron el cambio de velocidad, es decir, la aceleración, a partir de los datos que obtuvieron cuando calcularon la velocidad. Esto ayudó a secuenciar el contenido y hacerlo

significativo en la medida que le encuentran relevancia a lo que hacen no de forma mecánica, sino sistemática en términos científicos.

Saben que de manera similar que la investigación abona a la experimentación y esta a su vez a la matematización, también conocen que la recta ayuda a la tabla de datos, para agregar los cálculos y poder representar la gráfica, desde la rapidez, para calcular la velocidad y enseguida la aceleración. Fue así como quedó la recta de aceleración (Figura 23), que tenían en principio pero que se completó una vez que se tenían los cálculos.

Figura 23

Recta terminada de aceleración del SARS-COV-2 hasta llegar a México



Nota. Es la recta de aceleración terminada una vez elaborados los cálculos. Es elaboración propia a partir de lo hecho por los alumnos en su libreta.

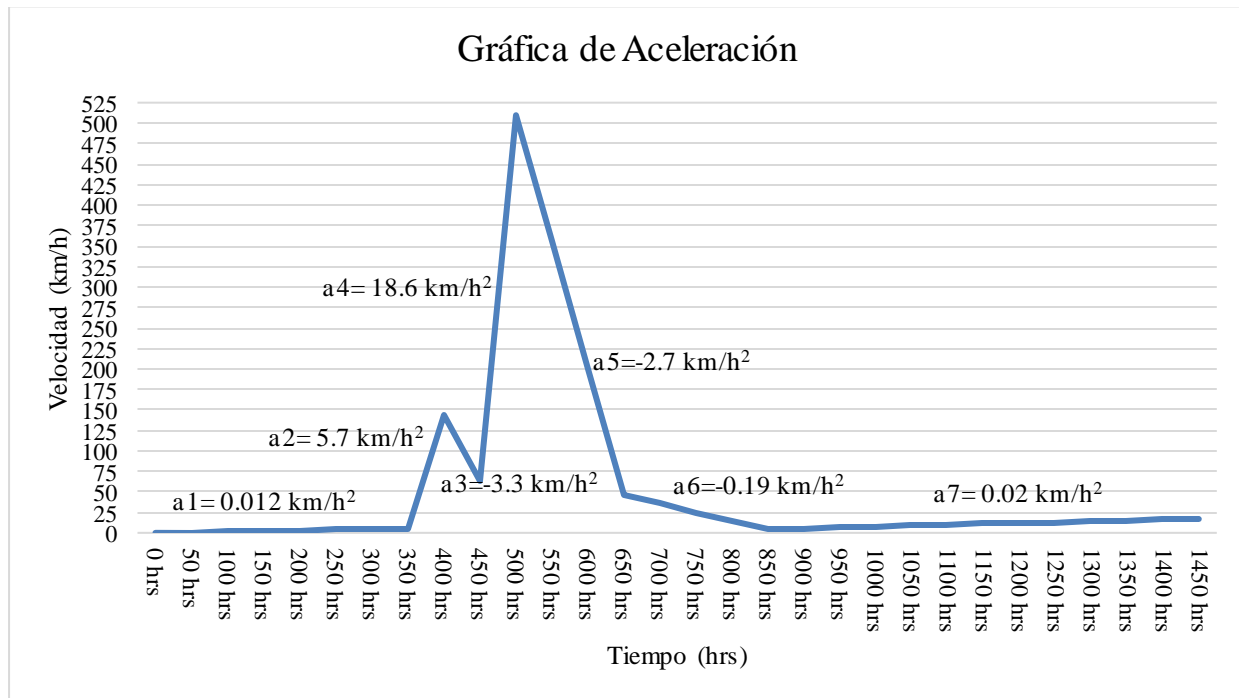
Así fue como los alumnos encontraron dónde el virus en este supuesto hipotético aceleró y desaceleró más. Esto se combinó con algunas noticias y nociones empíricas que tenían los alumnos, dándose cuenta, como era que en los países más desarrollados o con más comercio existía más velocidad y aceleración de contagio. Hasta ahora, no representó para los alumnos dificultad poder realizar estos cálculos.

Este proceso se puede abordar en dos perspectivas. La primera, es negativa en tanto es un proceso mecánico de repetición de procedimientos, pero por otro lado, de forma positiva, se puede decir que los estudiantes conceptualizaron en la situación problema pasada de forma científica el

movimiento de desplazamiento, trayectoria, rapidez, velocidad y aceleración, puesto que al haberlo aprendido en un problema como llevar a competir cuatro hombres y cuatro mujeres a relevos 4x100 en las olimpiadas de atletismo de educación secundaria, y poder utilizar ese mismo conocimiento para ahora, calcular la rapidez, velocidad y aceleración, así como trazar la trayectoria y el desplazamiento del paso del SARS-CoV-2 por el mundo, aún así, sea con datos erróneamente conceptualizados como se explicó al inicio de este apartado. Dicho lo anterior, los alumnos sin más, con los datos que tenían, elaboraron la gráfica de aceleración del recorrido del virus por el mundo, representando el cambio de velocidad, como se representa en la Figura 24:

Figura 24

Gráfica de aceleración del SARS-COV-2



Nota. Elaboración personal a partir de los datos encontrados por los alumnos.

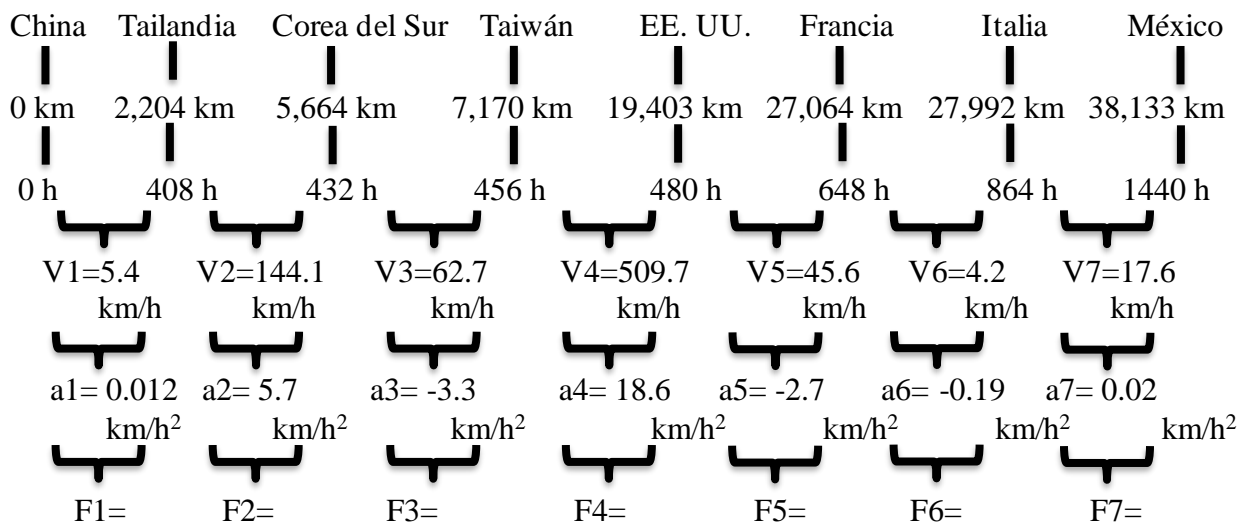
Así fue cómo los estudiantes realizaron su gráfica de aceleración, con lo que posteriormente pasaron a interpretarla en términos del cambio de velocidad; viendo que, cuando un vector sube es porque acelera y cuando baja es porque desacelera. Enseguida, los alumnos ya habían investigado las Leyes de Newton, así como la Ley de Gravitación Universal, por lo cual, sabían que la fórmula para calcular la fuerza era $F=m \cdot a$, donde fuerza es igual a la masa del objeto por la aceleración.

Aunque, se tomó como referente que la masa del virus era de $100 \times 10^{-9} \text{Kg}$, es decir, 100 nano kilogramos, como se rescató su fuerza; expresado en notación científica queda como $1 \times 10^{-7} \text{Kg}$; cabe destacar que, aunque no se conoce exactamente su masa, otras investigaciones mencionan que sería $1 \times 10^{-12} \text{Kg}$. Este es otro error conceptual, tanto en la expresión de notación científica que se expresó erróneamente, como al asumir que una sola partícula del virus, era la que se iba esparciendo; despreciando la masa de la persona que la portaba, o si la carga viral era más amplia de tal manera que eran millones de virus los que estaban en la persona que lo portaba.

Aquí simplemente se conceptualizó que la fuerza es igual a una masa moviéndose con una aceleración, misma que ya se calculó y se utilizó para sacar la fuerza. No es coherente el cálculo, y la interpretación puede tener un sesgo profundo que puede ser llevado a otros contextos o niveles educativos. Pero, con estos datos, se hizo hincapié en las Leyes de Newton y se elaboró la recta, la tabla de datos, la sistematización matemática de la fuerza para pasar al diagrama de cuerpo libre, y a la fuerza resultante por el método del polígono. Comenzando entonces, por la Figura 25.

Figura 25

Recta de fuerza del SARS-COV-2 por el mundo hasta llegar a México



Nota. Es la recta de fuerza sin terminar a partir de los datos obtenidos de aceleración al momento.

Cabe destacar que los estudiantes una vez teniendo la recta, es decir, conociendo el movimiento del objeto, para el caso el supuesto hipotético del virus, deducían los datos para poder realizar la tabla correspondiente, con lo que se analizaban sus causas y la explicación del por qué la recta

estaba de esa forma y no de otra, y con ello se pasaba a calcular la fuerza, que era el objetivo de la elaboración de la recta y la tabla de datos (Tabla 38), misma que se postula mediante una sistematización para darle la forma científica al proceso de desarrollo de aprendizaje.

Tabla 38

Datos de fuerza para el SARS-COV-2

Tabla de Datos de Fuerza		
Fuerza	Masa	Aceleración
F1	$m = 1 \times 10^{-7} \text{ Kg}$	$a_1 = 0.012 \text{ km/h}^2$
F2		$a_2 = 5.7 \text{ km/h}^2$
F3		$a_3 = -3.3 \text{ km/h}^2$
F4		$a_4 = 18.6 \text{ km/h}^2$
F5		$a_5 = -2.7 \text{ km/h}^2$
F6		$a_6 = -0.19 \text{ km/h}^2$
F7		$a_7 = 0.02 \text{ km/h}^2$

Nota. Tabla de datos para calcular posteriormente la fuerza del virus.

Se puede observar cómo, tras calcular cada aceleración, y completar la recta, esta misma se utilizó para hacer la recta de fuerza (Figura 25), pero incompleta puesto que faltaba realizar los cálculos. Se puede apreciar, como es que en la tabla de datos de fuerza (Tabla 38), solo hizo falta poner una masa; porque se parte de la idea de que al multiplicar la masa con la aceleración puede encontrarse la fuerza con la que el virus recorrió el mundo. Es un supuesto hipotético falso y con datos que, aunque rescatados de una investigación, serían en sentido estricto falsos.

Los alumnos tras consolidar en las últimas fases del cambio conceptual las Leyes del Movimiento, específicamente con relación a la fuerza, tenían ideas y nociones claras, aspecto que es relevante destacar. Parece que, cuando los alumnos aprenden por medio del cambio conceptual significativamente, puede pasar que tengan ideas correctas o incorrectas sobre la ciencia dependiendo del ejemplo, pero no sabrían discernir entre uno y otro. Por ejemplo, se les planteó que calcularan la fuerza con la que se mueve un carro con cierta aceleración, y por supuesto que pueden trasladar lo aprendido a ese contexto, pero cuando se les pide que calculen la fuerza de una molécula de agua que se mueve por el mar, también lo hacen cuando se les proporcionan los datos, aunque este cálculo carezca de sentido y sea incoherente. Por tanto, es importante el contexto en el cual aprenden los conceptos. Así fue como realizaron el cálculo de la fuerza con la que se esparció

el virus por México a partir de la situación problema que se les presentó, lo cual se ve representado en la Tabla 39, que sistematiza la información para encontrar finalmente el resultado de las fuerzas.

Tabla 39

Sistematización matemática de fuerza del SARS-COV-2

Sistematización Matemática de Aceleración				
Datos	Fórmula	Sustitución	Operación	Resultado
F1= ¿...? m= 1×10^{-7} kg a1= 0.012 km/h ²	F = m*a	F1=(1×10^{-7} kg)*(0.012 km/h ²)	1×10^{-7} kg *0.012= 0.012 x10 ⁻⁷	F1= 0.012x10 ⁻⁷ N
F1= ¿...? m= 1×10^{-7} kg a1= 5.7 km/h ²	F = m*a	F1=(1×10^{-7} kg)*(5.7 km/h ²)	1×10^{-7} kg *5.7= 5.7 x10 ⁻⁷	F2= 5.7x10 ⁻⁷ N
F1= ¿...? m= 1×10^{-7} kg a2= -3.3 km/h ²	F = m*a	F1=(1×10^{-7} kg)*(-3.3 km/h ²)	1×10^{-7} kg *-3.3= -3.3 x10 ⁻⁷	F3= -3.3x10 ⁻⁷ N
F1= ¿...? m= 1×10^{-7} kg a1= 18.6 km/h ²	F = m*a	F1=(1×10^{-7} kg)*(18.6 km/h ²)	1×10^{-7} kg *18.6= 18.6 x10 ⁻⁷	F4= 18.6x10 ⁻⁷ N
F1= ¿...? m= 1×10^{-7} kg a1= -2.7 km/h ²	F = m*a	F1=(1×10^{-7} kg)*(-2.7 km/h ²)	1×10^{-7} kg *-2.7= -2.7 x10 ⁻⁷	F5= -2.7x10 ⁻⁷ N
F1= ¿...? m= 1×10^{-7} kg a1= -0.19 km/h ²	F = m*a	F1=(1×10^{-7} kg)*(-0.19 km/h ²)	1×10^{-7} kg *-0.19= -0.19 x10 ⁻⁷	F6= -.19x10 ⁻⁷ N
F1= ¿...? m= 1×10^{-7} kg a1= 0.02 km/h ²	F = m*a	F1=(1×10^{-7} kg)*(0.02 km/h ²)	1×10^{-7} kg *0.02= 0.02 x10 ⁻⁷	F7= 0.02x10 ⁻⁷ N

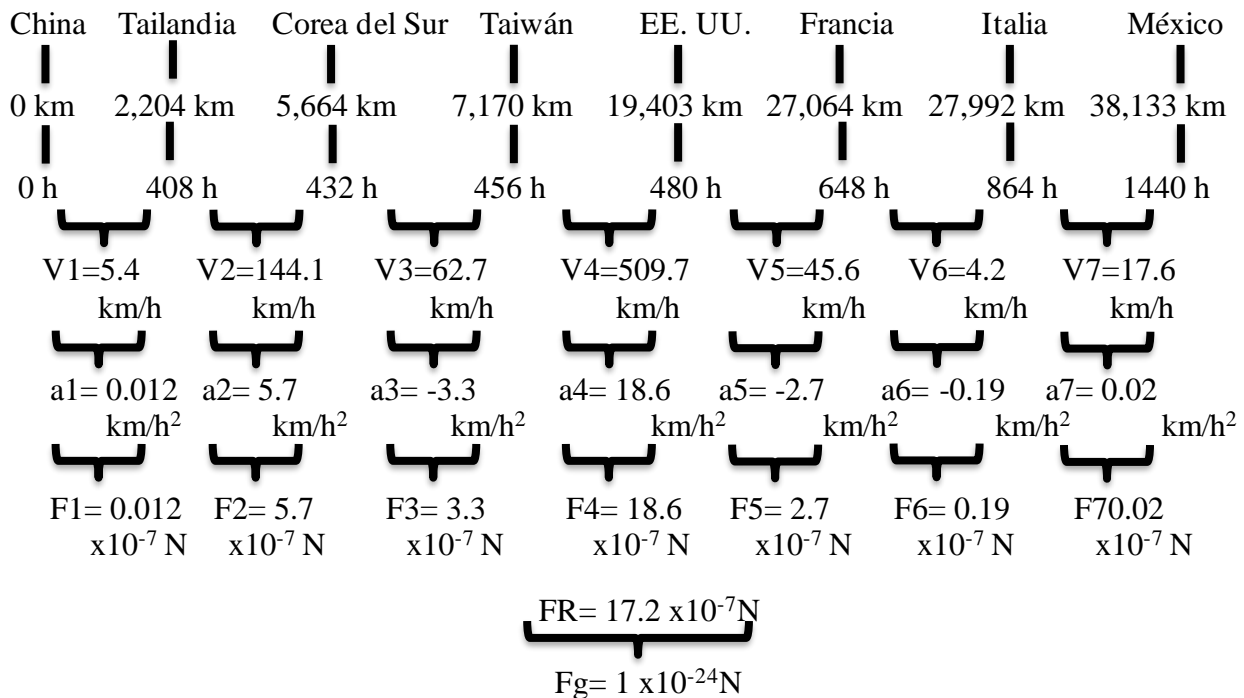
Nota. Cálculos para las fuerzas de los lugares hipotéticamente por dónde pasó el virus.

Como se observa, matemáticamente, en los resultados arroja fuerzas negativas, al multiplicar la masa del virus con las fuerzas, es negativa la fuerza, lo que indicaría una dirección contraria de aplicación de la fuerza, es decir, que está acelerando en la dirección opuesta, lo cual no ocurrió de esa manera. Por otro lado, al momento de sumar las fuerzas por el método del polígono se despreció el signo negativo de las fuerzas, aspecto inadecuado científicamente, con un error conceptual grave matemáticamente hablando. Una vez más en principio la idea de este tipo de situaciones problema parecen buenas, pero entre más se avanza científicamente, se concluye que el aprendizaje no es científico, y puede arraigar las ideas previas de los estudiantes en sentido negativo pedagógicamente hablando (Campanario y Otero, 2000). Esto trae consecuencias graves puesto que este tema es base para la comprensión de los siguientes y de haberse aprendido las ideas de esta forma, lo más seguro es que existan dificultades más profundas para desaprenderse de estas.

Finalmente, la dirección y el sentido se instruyó a los alumnos para que, mediante la rosa de los vientos, y un transportador pudieran rescatar la dirección y el sentido de las fuerzas, por tratarse de una magnitud vectorial, viéndose además la diferencia con una magnitud escalar. Los datos fueron los siguientes: F1: SO 250° - F2: NE 60° - F3: SO 250° - F4: NO 140° - F5: NO 45° - F6: SE 320° - F7: SO 200°. Cabe aclarar algo relevante, se tomó en cuenta la dirección y el sentido de las fuerzas desde un plano, no una superficie esférica, aspecto inadecuado por demás. Con dichos datos, se elaboró el diagrama de cuerpo libre y la fuerza resultante sumada por el método del polígono se obtuvo como resultado $FR = 1720 \times 10^{-9} \text{N}$ NO 120°, aunque los datos variaron dependiendo de la manipulación de los instrumentos oscilando entre los 1500 y 200 Newton. Se les comentó que una vez llegado el virus a México, habría que calcular la fuerza de atracción gravitacional con la que el virus se atraía a ellos, así se podría saber la fuerza con la que se contagiaba, aspecto comentado por demás, inadecuado, lo que representa una de las mayores distorsiones en el problema. Así fue cómo quedó la recta de la siguiente manera, representado en la Figura 26:

Figura 26

Recta terminada de fuerza del SARS-COV-2 por el mundo hasta llegar a México



Nota. Recta de fuerza terminada con la cual se resuelve la situación problema.

Es evidente que la fuerza de atracción gravitacional, no es adecuado representarla de esa manera. De hecho, cuando Newton desarrolló la Ley de Gravitación Universal, lo hizo a partir del movimiento de los astros, objetos con gran masa. Si de esa manera era su origen, hubiera sido importante que se presentara de esa manera con alguna situación problema que llevara a los educandos a la comprensión de dicho fenómeno de esa forma y fuera trasladado para con el contexto de los alumnos y no viceversa, queriendo explicarlo y representarlo en aspectos equívocos sobre la teoría.

Se sabe que los alumnos conocen cómo elaborar rectas, tablas de datos, gráficas, sistematizaciones matemáticas, encontrar en su entorno cómo está presente el movimiento y la fuerza, pero con interpretaciones inadecuadas en última instancia. Por ejemplo, el hecho de que nosotros por tener masa y el Sol también, podemos calcular nuestra fuerza de atracción gravitacional con el astro, pero no es un ejercicio adecuado porque es mecánico y la atracción día a día se vive de diferente forma; no así con el planeta Tierra y el Sol. Otro ejemplo concreto se tiene en otra situación problema que no aparece en el proyecto de intervención, pero que fue aplicada según los nuevos planes y programas de estudio del gobierno federal en México.

Como ya se comentó en el apartado de contextualización histórica de la educación secundaria, México está pasando por procesos reformista en varios aspectos de lo educativo; tal es el caso del ciclo escolar 2023-2024 donde por primera vez se comenzó a aplicar el plan de estudios 2022, con la realización de los programas sintético y analítico, con planes y programas anunciados desde el 2020. Para ello, los profesores tenían un programa de estudios donde con las orientaciones didácticas del gobierno, se debió elaborar un programa de estudios propio, contextualizado y con la organización epistemológica de contenidos por el propio maestro. Fue así como los temas tratados se encuentran en la segunda instrumentación didáctica del *anexo 2* y que es muestra de análisis que se acaba de realizar, donde se plantea una situación problema con intenciones educativas en primera instancia adecuadas, pero en la concreción se construyeron aprendizajes no científicos.

Dicha situación problema siguió el proceso metodológico para el planteamiento de situaciones problema, e incluso las actividades realizadas conforme al cambio conceptual estaban explícitas; sin embargo, al no tener una coherencia interna de forma lógica, se cayó en el error de construir en los estudiantes representaciones inadecuadas, no generando un verdadero conflicto cognitivo. Cabe

destacar que los alumnos presentaron los resultados de la situación problema en el auditorio de la escuela secundaria, e incluso elaboraron modelos y realizaron experimentos al público; apoyaban sus explicaciones de representaciones potentes en los términos que ya explicamos señalados por Perkins (2000), aprendieron de igual forma el método científico aunque en términos diluidos por la calidad del tratamiento disciplinar, se apropiaron del proceso de investigación, experimentación y matematización, e incluso internalizaron la metodología, pero los resultados a los que llegaron fueron similares a los de la situación problemática pasada.

Por sí misma una metodología no es suficiente para mejorar la calidad de los aprendizajes de los estudiantes, puesto que aun aplicándola de forma coherente, con los procesos que se teorizaron y llevando a cabo los principios de forma adecuada, cuando no se pone énfasis en conocer de forma integral el proceso didáctico, las acciones no educativas serán cada vez más agudas y se estarán aplicando pensando que se hacen de manera adecuada, reforzándose con los años de manera más errónea, lo que llevará a dificultades más profundas, y al igual que con las ideas de los alumnos cuando consolidan, los procesos pedagógicos también, y será complejo cambiarlos.

8. Conclusiones

En la actualidad, México como país está pasando por un sinnúmero de cambios reformistas y estructurales que son tan graduales y paulatinos que parecen imperceptibles, que en conjunto se hacen bastante notorios, y llegan a repercutir en la educación secundaria. Tanto es así que se han modificado las posturas sobre las cuales se instrumenta, así como los planes de estudio, el tipo de ciudadano que se pretende formar, la visión filosófica de la educación, y con ello las prácticas docentes, generando una visión más constructivista, con una pedagogía contextualizada para nuestro país, que se circunscribe en lo que se denomina Nueva Escuela Mexicana, aunque no siempre es entendida por los profesores.

Esto representa una dificultad, porque históricamente México ha seguido las recomendaciones de organismos internacionales y grupos de poder que pocas veces han abonado a la mejora en cada uno de los contextos en los cuales los profesores desarrollan la práctica educativa. En la escuela secundaria en la que se enmarca este estudio, fue posible conocer la realidad y reconstruirla para que, con los recursos que se tenían, se concretara de manera satisfactoria la investigación comprobando el supuesto hipotético que se tenía en un principio.

No es adecuado decir que la escuela deba ser el referente principal y único para el cambio social, lo cual está alejado de la realidad, porque si bien es cierto que es uno de los factores primordiales la educación que en estas se imparte, las condiciones sociales y económicas no pueden mejorar solo por el hecho de tener un pueblo que asista a clases, aunque en repetidas ocasiones sea la visión de gobierno. Se necesita modificar las condiciones materiales de los individuos, y no solo brindar educación pública, sino que esta sea de excelencia. Por tanto, hoy más que nunca es necesaria, la educación desde la aplicación de los planes y programas actuales que tienen muchas bondades constructivistas para los educandos. Se debe no solo educar por educar, como menciona Savater (1997), sino educar con aprendizajes prácticos para la vida.

Cada vez más profesores se sienten agotados por enseñar ciencia que poco parece interesarles a los alumnos. Se quejan de que los estudiantes no entienden la física conforme avanzan en sus programas de la asignatura, encontrándolos desmotivados. Esto tiene que ver por las metodologías que manejan, pero además porque, conforme avanza el ciclo escolar, cada vez los conceptos científicos son más abstractos, y no ven el uso práctico en su vida cotidiana. No es lo mismo

aprender movimiento, que es algo comúnmente experimentado, percibido por medio de los sentidos en el mundo macro, que estudiar la representación de los modelos atómicos para relacionarlo con la electricidad, ya que es algo que solo está como representación en la física del mundo micro y los alumnos no lo pueden percibir tan fácil, ni utilizando representaciones potentes con ilustraciones, porque creen que esos modelos son hasta cierto punto ‘inventados’ o falsos.

El mismo problema estaba representado en los estudiantes quienes tenían bajo nivel de logro en los aprendizajes, reflejado en el diagnóstico inicial, en sus ideas previas, y las pruebas estandarizadas de ENLACE y PISA de las que se hizo referencia al principio del trabajo. Por tanto, el problema objeto de estudio ¿Cómo construir aprendizajes significativos en la enseñanza de la física con estudiantes de educación secundaria? Se abordó desde el supuesto hipotético de que el aprendizaje científico en educación secundaria era posible al rescatar las ideas previas de los alumnos para plantearles un conflicto sociocognitivo que tuviera relación con su entorno y representara un problema real; siendo necesario conocer el nivel de maduración del estudiante, lo cual abonaría a la construcción de aprendizaje significativo. Para hacer posible este proceso era necesario hacerlo desde la metodología del cambio conceptual.

Así, construir aprendizajes significativos con la metodología del cambio conceptual es indispensable, ya que postula la modificación de ideas previas erróneas a científicas. Representa una idea viable en la enseñanza de la física, porque se abona a la comprensión del fenómeno físico desde lo conceptual, procedimental y actitudinal. Por tanto, este estudio representa una idea clara teórico, conceptual y metodológica en la didáctica de las ciencias que ayuda a que los profesores impartan clases más dinámicas, divertidas e interesantes, en las que el aprendizaje de los estudiantes sea la constante para explicarse el mundo en el que viven.

Esto se puede lograr sustentando el trabajo en las ideas psicogenéticas que consideran las etapas del desarrollo de los alumnos, y psicosociales que consideran el contexto y la socialización con sus pares; además de sentar las bases en fuentes curriculares adecuadas desde el aprendizaje significativo en la psicológica, el constructivismo en la pedagógica, y el humanismo en la sociológica; y para la epistemológica en la posibilidad el criticismo, en el origen el apriorismo, en la esencia la fenomenología y en la construcción el materialismo dialéctico. Al aclarar esto, los profesores pueden profundizar más aún en las bases que sustentan el conocimiento no solo de su

práctica, sino de la metodología que llevan a cabo y la manera en que conciben el conocimiento y su relación con los estudiantes para que conozcan cómo propiciarlo.

El aprendizaje significativo se vuelve una postura psicopedagógica esencial, puesto que entiende que el aprendizaje se detona cuando se parte de las ideas previas de los estudiantes, para desequilibrarlas y poder llevarlos a nuevos esquemas conceptuales más científicos, donde la participación de los alumnos sea activa y más autónoma, para que los conocimientos previos y las experiencias sean cruciales, debiendo ser entendidas en el contexto o situación específica desde la cual se rescatan. Las ideas más actuales sobre aprendizaje significativo están centradas en la idea de que la significancia es representacional, porque se da en dominios específicos de conocimiento y en conocimientos concretos, puesto que puede ser conceptual, procedimental y actitudinal. Las investigaciones más recientes versan que para hacer ciencia que sea significativa en los alumnos, se debe proporcionar la historia de la ciencia y los textos deben ser de complejidad cada vez más creciente, con actividades experimentales y el uso de las TIC.

La metodología que abona a la idea de aprendizaje significativo es el cambio conceptual, misma que se concibe bajo la didáctica de las ciencias. Dicha metodología plantea la idea de que el cambio tiene principios que ayudan a comprender cómo sucede precisamente este cambio. El primero es el epistemológico donde parte de la idea de que las personas podemos tener nociones sobre la realidad ingenuas, interpretativas y constructivistas; regularmente las ideas previas pasan por estos tipos de realidades. Enseguida se encuentra el principio ontológico, que centra la esencia del cambio cuando alguien entiende un fenómeno natural como algo estático, a lo que se llama estado, enseguida comprendería que es parte de un proceso, y finalmente un grado más alto entendiéndolo como un sistema. El último principio entiende lo conceptual, desde hechos, la evolución del concepto, o la máxima, su modificación.

Esto tiene relación porque los principios se empatan con los dominios en tanto sean epistemológicos sobre cómo cambia el conocimiento; evolutivo, sobre la modificación de conceptos a partir de un proceso estructurado científicamente; e instruccional, que engloba la enseñanza. Así es como el cambio puede tener crecimiento al identificar las propias ideas previas, un ajuste donde entran las nuevas ideas de los estudiantes, y la reconstrucción cuando logran modificarse los conceptos. Aunque cabe destacar que el cambio no solo es conceptual, sino

representacional, es decir, puede darse en lo conceptual, procedimental, y actitudinal. Además de que se da en dominios específicos, en contextos particulares donde fue aprendido.

Recientemente, las actividades planteadas para el cambio conceptual tienen que ver con modelos denominados, fríos, donde solo cambia el concepto; enseguida los experienciales o situados, donde lo que se modifica son los procesos; y los calientes, que comprenden el cambio como actitudinal. Aunque la noción actual es precisamente que el cambio ocurre en todos estos aspectos. Para posibilitarlo se han utilizado en el último lustro, la metodología abordada desde el aprendizaje basado en proyectos, donde se profundiza en el contenido, con procesos más largos de aprendizaje de pocos contenidos. La noción es que la innovación y reflexión a partir de investigación documental, así como el aprendizaje por indagación y el enfoque STEM, sean los aspectos en los cuales se centre dicho cambio. En resumen, se entiende que la base de este cambio son las ideas previas, que se conflictúan, para desequilibrarlas mediante situaciones problema.

Dichas situaciones problema deben ser contextualizadas y los problemas que se planteen como conflictos cognitivos deben ser lo más acercados a las vidas de los educandos. Estos conflictos cognitivos son la parte medular del cambio conceptual que produce aprendizajes significativos. Además, no solo se debe pensar en la situación problema contextualizada, sino también en el proceso de investigación que seguirá para poder hacer que los alumnos aprendan.

Para empezar, las situaciones problema deben contener una fase de inicio, desarrollo y cierre, donde se vean específicamente cada uno de los momentos que tiene para que los alumnos también los tengan en claro. Las situaciones problema deben tener explícitamente lo que se pide, así como los contenidos a trabajar, no solo plantearse de manera genérica. Así mismo, las situaciones problema deben estar englobadas por principios que ayuden a que esta fase de aprendizaje sea medular.

Primero a un conflicto cognitivo, como situación problema, debe antecederle que los estudiantes ya conozcan los temas que se van a trabajar y los analicen para que sepan exactamente cuáles son los contenidos. La idea reciente es que una situación problema se plantea como un conflicto sociocognitivo, donde esté contextualizado el problema para que la solución sea aplicada en el contexto real del estudiante. Actualmente, este tipo de situaciones que están dentro de la metodología del cambio conceptual, y aplicadas adecuadamente producen aprendizaje

significativo, versan sobre la idea de que es necesario tomar en cuenta no solo el tipo de contenido a trabajar, sino el proceso cognitivo que se desarrollará, ya sea básico o superior, pues el profesor al identificar el nivel cognitivo en el cual se encuentran las ideas previas, podrá saber qué tipo de proceso cognitivo abordará.

Se requiere el proceso de rescatar las ideas previas, hasta dejar en claro cuáles son, en qué medida deben modificar lo que saben, y cuáles son los aspectos principales en los que están mal sus ideas y por qué son inadecuadas para explicarse el mundo en el que se vive. Y, una vez planteada la situación problema se debe leer para internalizarla, posteriormente seleccionar lo que sí conocen, lo que les llama la atención, y lo que no saben. Con ello, deberá utilizarse una estrategia para dividirla en momentos y analizarla encontrando lo que pide cada momento y explicar de qué trata cada momento para que, si no está correcta su interpretación, los profesores puedan guiar la mira hacia los propósitos educativos que se pretenden lograr.

Es como si dentro de la misma situación problema hubiera fases medulares donde lo primero es el tratamiento de las ideas previas respecto al tema, posteriormente su desequilibrio y balance para encontrar en qué se está mal o bien; enseguida se plantea la situación problema y se analiza y posteriormente se organiza su solución. Para organizar su solución los alumnos una vez que la analizaron distinguirán los momentos, qué les pide y cómo lo entienden, elaborarán un plan de acción. Este plan de acción es la organización de las actividades que deberán llevar a cabo los estudiantes, y donde se contiene los tiempos, los lugares dónde se harán las actividades, así como el propósito de cada una de ellas.

Una vez organizado el plan de acción para resolver la situación problema que ayude a la modificación de las ideas previas para aprender los temas que se estén trabajando, es necesario que se organicen para trabajar de manera colaborativa. Una forma para este tipo de trabajo, es realizarlo por comisiones, donde se especifican las tareas que cada equipo y cada integrante de dichas comisiones realizarán. Es así como esta claridad permite que internalicen y se apropien de la situación problema para que puedan querer resolverla y sientan la necesidad de modificar por motivación intrínseca sus ideas previas para hacerlas científicas.

La situación problema tiene el común denominador que al plantearse de forma adecuada como aquí se explica es muy probable que se construya el conocimiento que se logrará y el aprendizaje sea

significativo. Dichos conflictos cognitivos, tienen principios que abonan a la idea de que al plantearse abonan a la construcción de conocimiento, los cuales: dan sentido a las ideas previas; desequilibran las ideas previas; modifican las ideas previas; explicitan el contenido a trabajar; enfocan los componentes de la competencia; comprenden mejor el contexto; afianzan el pensamiento crítico; orientan la investigación; fomentan el trabajo colaborativo; enlazan la metodología del cambio conceptual con el aprendizaje significativo.

Recordemos que un conflicto cognitivo puede plantear mediante situaciones problema, pero también con preguntas centrales, consignas o situaciones didácticas con un tratamiento diferente que el que aquí se presenta. Por la extensión y complejidad de cada una de ellas, el documento no se ocupa de su explicación, pero es necesario que el lector transite por estas o al menos que las conozca para que pueda comprender que no hay una forma correcta o única de construir aprendizajes significativos en las ciencias, o una sola manera de plantear conflictos.

Recordemos que las situaciones problemáticas son la fase medular de la metodología del cambio conceptual para el aprendizaje de las ciencias. Sus fases son cuatro: ideas previas, planteamiento de la situación problema, investigación y experimentación, y evaluación; que siendo más específico se pueden explicitar en ocho etapas dentro de estas fases: 1. Orientación y contextualización del aprendizaje, 2. Identificación y explicitación de las ideas previas, 3. Desequilibrio y contrastación de las ideas previas: clarificación e intercambio de ideas erróneas, 4. Exposición a situaciones de conflicto, 5. Interpretación y resolución de problemas: investigación, experimentación, matematización, 6. Consolidación. Aplicación de los nuevos conceptos, 7. Consolidación. transferencia a situaciones nuevas, y 8. Revisión del cambio en las ideas previas a ideas científicas.

Esta metodología del cambio conceptual no solo es de conceptos, sino que el cambio ocurre de manera representacional en la medida que se modifican las estructuras conceptuales, procedimentales y actitudinales de los estudiantes, por ello cuando se utilice esta metodología habrá que ser explícito en el tipo de contenido que se pretende modificar ya que cada uno tiene vertientes diferentes para ser abordadas. Por otro lado, las ideas previas son medulares como ya se explicó, no solo para plantear el conflicto cognitivo y para la construcción de aprendizajes significativos, sino que, dichas ideas están tan arraigadas que son específicas de dominio y al ser modificadas también se modifican en cada uno de los dominios. Esto quiere decir que siempre debemos averiguar y explicitar las ideas previas de cada uno de los alumnos y de todos en general, porque

de otra forma no conoceremos cuáles son sus orígenes y al modificarlas debemos comprender que no necesariamente serán utilizadas en otros contextos.

Es aquí donde cobra relevancia el cambio conceptual puesto que luego de plantear las situaciones problema y pasar por el proceso de investigación, interpretación y resolución, donde los alumnos indagan y experimentan, así como matematizan sobre el fenómeno, es necesario que consoliden su aprendizaje dando como resultado la resolución de la situación problema. Además, deben transferir lo aprendido a situaciones nuevas, es decir, deben aplicar lo aprendido en otros contextos diferentes a los que les fueron enseñados y en otros problemas diferentes de la situación problemática que se les planteó y así se verá reflejado realmente lo que aprendieron.

Es preciso que también los alumnos realicen al final un proceso de metacognición donde hagan una revisión del cambio de las ideas previas a ideas científicas y puedan comparar lo que sabían antes, con lo que saben ahora, y la manera en la que fueron cambiando sus ideas previas para que expliciten el proceso de cambio, así como internalicen la metodología, puesto que el cambio, como ya se dijo, es representacional y no solo conceptual, y es metodológico puesto que también se internaliza en la medida que el proceso se hace explícito para los alumnos.

El aprendizaje fue significativo en la primer situación problema, puesto que lo que se planteó a los alumnos se hizo con un abordaje real, y contextualizado. Por tanto, los estudiantes modificaron sus ideas previas de los conceptos de trayectoria, desplazamiento, rapidez, velocidad, tiempo, magnitudes físicas, punto de referencia, entre otros. Y encontraron que la modificación también fue procedimental puesto que aprendieron bajo la experimentación cómo recopilar información y analizarla, la elaboración de rectas y tablas de datos, así como la construcción de gráficas y cálculos, además de habilidades de trabajo en equipo, investigación, y presentación de resultados, y aprendieron el uso de TIC. Se aplicaron adecuadamente los principios para el desarrollo de situaciones problema, bajo el cambio conceptual, lo que generó aprendizaje significativo.

Pero, en cuanto a la situación problema que trataba de encontrar cómo era la fuerza del virus que causó la pandemia del 2020, no se logró la consolidación de aprendizajes científicos, puesto que existieron muchos errores conceptuales de fondo como (1) presentar pseudoproblemas que inicialmente tenían coherencia interna pero al desarrollarlos era lo contrario, (2) abordar los problemas con un proceso mecanicista dejando de lado la comprensión del fenómeno centrándose

en resolver el sentido matemático, (3) la trayectoria en la propagación de una enfermedad no es como la de una persona u objeto, (4) y no comprender el fenómeno que se estudia al desarrollar el contenido. Lo que revela que ocasionalmente los aprendizajes son significativos porque los alumnos los adoptan como propios y modifican sus ideas previas, pero lo que aprenden no es científico. Por tanto, la necesidad de cuidar adecuadamente lo que se enseña y cómo se enseña.

Un profesor preocupado por encontrar mejores prácticas docentes para abatir sus acciones no educativas, pudiera hacerlo desde las fuentes curriculares que se presentaron con anterioridad; asumiendo una postura pedagógica constructivista, psicológica de aprendizaje significativo, epistemológica dialéctica, sociológica humanista, y metodológica de cambio conceptual con énfasis en los conflictos cognitivos. Las investigaciones las podría realizar bajo un paradigma sociocrítico, con una metodología de investigación-acción, desde el método etnográfico, con enfoque cualitativo, e instrumentos basados en autorregistros y análisis de la práctica, que obedezca a procesos de intervención claramente definidos y que sea explícitos.

Los hallazgos del trabajo mostraron que es necesario cuidar la forma en que se maneja una situación problema, porque muchas ocasiones se plantean con propósitos adecuados, pero poseen errores conceptuales trascendentes que los profesores no logran vislumbrar hasta que van avanzados en la metodología. Esto es contradictorio, porque el conflicto cognitivo sí ocurre, pero el aprendizaje se vuelve significativo con conceptos erróneos, que seguramente serán arrastrados hasta grados superiores de enseñanza formal.

Una situación problema, aun creada de la forma adecuada, por sí misma no representa una garantía de aprendizaje significativo si no se acompaña del tratamiento adecuado. Por ejemplo, cuando las ideas previas no se desequilibran de forma correcta, y se explicitan a los estudiantes equivocadamente, entonces no sabrán qué y cómo modificar sus preconcepciones alternativas. Esto llevaría a que la situación problema planteada, no modifique las concepciones adecuadas que en principio no estuvo claro cuáles eran. Otro aspecto central, es que los profesores entienden las situaciones problema como ejercicios mecánicos de resolución matemática, sin centrar la mirada a los aspectos sociales del problema, y la modificación conceptual, procedimental y actitudinal, lo que lleva a que se resuelva rápidamente y sin mayor cambio conceptual, mucho menos aprendizaje significativo, lo que da una falsa idea de que los alumnos están aprendiendo.

Es preciso centrarse en aspectos profundos en la didáctica de las ciencias, no en posturas superficiales. No solo debemos conocer lo que implica el conflicto sociocognitivo, sino el fundamento didáctico que subyace con esta metodología frente a la construcción del conocimiento en las ciencias. Es decir, las bases curriculares y teóricas deben estar claras para no solo aplicar esta metodología por impartir una asignatura científica, sino encontrarle sentido al desarrollo del aprendizaje basado en este tipo de problemas.

No se debe cometer el error de pretender aplicar un problema que esté descontextualizado, o que carezca de temas científicos, o con ejemplos irreales que solo lleven de alguna manera a perder el tiempo en el aprendizaje de calidad. Esto se puede prevenir con una instrumentación didáctica que esté explícita tanto lo que se dice, cómo lo que se hace, porque eso permite trazar cómo se desarrollará el proceso de aprendizaje. Con base en esto, otro error común son situaciones problema que no son vivenciales, y solo se vuelven teóricas, donde la experimentación no tiene cabida, y los ejemplos que ven los alumnos son demasiado abstractos, puesto que harán las actividades porque se les pide, y no por la necesidad de querer resolver el problema para modificar sus ideas previas y aprender de los temas que se les presentan. Otro error es pensar que el cambio solo es conceptual, puesto que, como ya se explicó, también es representacional. Esto lleva a comprender la necesidad de aclarar cuál será el abordaje con respecto a los contenidos que se pretende modificar, puesto que el tratamiento para lo conceptual, procedimental y actitudinal es distinto.

Además de no especificar exactamente qué es lo que se pretende cambiar con el cambio conceptual, es inadecuado comprender solo una idea del cambio. Es decir, no existe una forma única o metodológica de lograrlo. No tienen pasos específicos esta metodología, sino más bien principios que orientan el proceso. Es evidente que alguien pudiese eliminar la fase de revisión del cambio en las ideas, y sustituirla por una evaluación que tenga más o menos la misma finalidad; o también las fases de la consolidación poder juntarlas, al igual que la de rescate de las ideas previas y desequilibrio como una sola. La intención es que cada profesor transite como mejor le convenga, pero con un entendimiento claro de la metodología, y teniendo bastante claridad en lo que pretende.

Para comprender mejor este proceso, sería bueno centrar futuras líneas de investigación en tres aspectos que durante todo este tiempo de realización de la tesis fue una constante y no se logró analizar cómo funcionaría para el problema objeto de estudio aquí presentado. La primera idea es sobre la importancia de introducir la historia de la ciencia en los temas que se aborden para la

asignatura de física, pues el entendimiento del proceso histórico es importante para la resolución de las situaciones problema. Enseguida es importante tener un entendimiento no solo de la modificación de las ideas previas y qué son, o del conflicto que las desequilibra para querer aprender, sino una vez esto, del proceso de desarrollo de la investigación y experimentación que se debe llevar a cabo para resolver el problema. Finalmente, comprender cómo la filogenética y la ontogenética se entrelazan en la construcción de los conceptos científicos para el aprendizaje.

Bibliografía

- AAAS. (1997). *Ciencia: conocimiento para todos*. SEP.
- Abero L. (2015). *Cap. VII. La investigación-acción como estrategia cualitativa*. En: *Investigación educativa. Abriendo las puertas al conocimiento*. CLACSO. Convocación: Revista interdisciplinaria de reflexión y experiencia educativa.
- Acevedo Marín, G. F. (2017). *La resolución de problemas para el aprendizaje de funciones*. Repositorio institucional: Universidad de Antioquia.
- Alonso Tapia, Jesús. (1999). *Motivación y aprendizaje en la enseñanza secundaria*. En: *Psicología de la instrucción: la enseñanza y el aprendizaje en la educación secundaria*. Coll, C. (Coord). Pp. 105-140.
- Alvarado Mayorga, I.M. (2017). *Planteamiento de las situaciones problema y rescate de las ideas previas para la construcción de aprendizaje significativo en la asignatura de ciencias II*. CAMZ.
- Álvarez Balandra, A. C., y Álvarez Tenorio, V. (2014). *Métodos en la investigación educativa*. México: UPN. Horizontes Educativos.
- Anijovich, R. (2009). *Transitar la formación pedagógica: dispositivos y estrategias*. Buenos Aires. Paidós.
- Ardila, R. (2011). *Inteligencia. ¿Qué sabemos y qué nos falta por saber?* Rev. Acad. Colomb. 34 (134). Pp. 97-103.
- Arnaz, J. (1981). *La planeación curricular*. Editorial: Trillas.
- Astolfi, Jean Pierre (1999). *¿Qué estatus se le da al error en la escuela?* En: *El “error”, un medio para enseñar*. Sevilla: Diada.
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: a cognitive view*. New York.
- Ausubel, D. P.; Novak, J. D. y Hanesian, H. (2019). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. Editorial: McGraw Hill.

- Bachelard, G. (2000). *La formación del espíritu científico. Contribución a un psicoanálisis del conocimiento objetivo*. Editorial: siglo veintiuno editores.
- Barraqué, F., et. al. (2021). *La enseñanza de la química durante el primer año de la universidad: el estudiante como protagonista de un aprendizaje significativo*. Educación química. 31 (1).
- Bazdresch Parada, M. (2006). *La intervención de la práctica educativa*. En La significación de la práctica educativa. Perales Ponce, R. C. (Coord). Pp. 55-70.
- Beech, J. (2007). *La internalización de las políticas educativas en América Latina*. En: Revista Pensamiento Educativo. 40 (1). Pp. 153-173.
- Benítez, L. S. (2008). *Desarrollo, educación y pobreza en México*. Papeles de población. 14 (55) Pp. 237-257.
- Bermudez, S. (1976). *Medicina preventiva e higiene*. Editorial: Porrúa. México.
- Berriós Molina, C. (2019). *Creencias epistémicas, metacognición y cambio conceptual*. Revista de Estudios y Experiencias en Educación. 18 (37). Pp. 129-140.
- Bertely Busquets, Ma. (2000). *Conociendo nuestras escuelas. Un acercamiento etnográfico a la cultura escolar*. Maestros y enseñanza. Paidós.
- Bossing, N. L. (1965). *La pedagogía en la segunda enseñanza*. Colección ciencias del hombre. Centro regional de ayuda técnica. Agencia para el desarrollo internacional. México.
- Bravo, S. (1997). *La ciencia. Su método y su historia*. Cuadernos del Instituto de Geofísica. 1 (7). UNAM. México.
- Bruner J. S. (2018). *Desarrollo cognitivo y educación*. Ediciones Morata.
- Campanario, J. M., y Otero, J. C. (2000). *Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias*. En Enseñanza de las ciencias. 18 (2). Pp. 155-169.
- Capella Riera, J. (2004). *Políticas educativas*. Dialnet. 13 (25). Pp. 7-41.

- Capocasale, A. (2015). *Cap. II. ¿Cuáles son las bases epistemológicas de la investigación educativa?* En: Investigación Educativa. Revista interdisciplinaria de reflexión y experiencia educativa: convocación. CLACSO. Pp. 32-47.
- Carretero, M. (1996). *Construir y enseñar las ciencias experimentales*. Editorial: Aique.
- Cartagena, M. (2008). *Relación entre la autoeficiencia, el rendimiento escolar y los hábitos de estudio de secundaria*. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y cambio en Educación. 6 (3).
- Chrobak, R. (2017). *El aprendizaje significativo para fomentar el pensamiento crítico*. Archivos de ciencias de la educación. 11 (12).
- Cobián Sánchez, M., Nielsen Dhont, A. y Solís Campos, A. (1999). *Contexto sociocultural y aprendizaje significativo*. En: Educar.
- Cobo Huesa, C., Abril Gallego, A. Ma., y Romero Ariza, M. (2019). *Propuesta didáctica en la formación de profesorado para trabajar naturaleza de la ciencia y pensamiento crítico*. Revista de Educación Científica. 3 (1). Pp. 15-28.
- Cohen, D. (2002). *¿Cómo aprenden los niños?* Biblioteca para la actualización del maestro. SEP.
- Colín Castañeda, A. (2014). *Reformas de la educación secundaria en México: entre el deber ser y la práctica cotidiana*. Revista de Ciencias Sociales de la Universidad Iberoamericana. 9 (17). Pp. 73-102.
- Coll, C. (1991). *Psicología y Currículum. Una aproximación psicopedagógica a la elaboración del currículo escolar*. Editorial: Paíós. México.
- Cruz Reyes, B. M. (2007). *Análisis comparativo en los programas 1993 y 2006 en el área de ciencias*.
- Cuellar Fernández, L. y Marzábal Blancafort, A. (2020). *Visiones de estudiantes de secundaria sobre Naturaleza de la Ciencia en ambientes de discusión, cuando se incorporan biografías a la clase de ciencias*. 17 (3). Eureka.

- De Azevedo, F. (1987). *Sociología de la educación. Introducción al estudio de los fenómenos pedagógicos y de sus relaciones con los demás fenómenos sociales*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Del Carmen, A. (2006). “*Proyectos situados*”. Antología, Física. SEP.
- Del Castillo-Alemán, G. (2012). *Las políticas educativas en México desde una perspectiva de política pública: gobernabilidad y gobernanza*. Magis. Revista Internacional de Investigación en Educación. 4 (9). Pp. 637-652.
- Delgado Velesaca, D. I. (2017). *El trabajo cooperativo como una estrategia en la generación de conflictos cognitivos*. Repositorio institucional. Ecuador: Cuenca.
- Delval, Juan. (2002). *Crecer y pensar. La construcción del conocimiento en la escuela*. España. Ediciones Paidós.
- Delval, Juan. (2014). *El aprendizaje y la enseñanza de las ciencias sociales y experimentales*. Editorial: SIGLO XXI.
- Dewey, J. (2010). *Experiencia y educación*. Editorial: Biblioteca Nueva.
- Díaz Barriga, F. (1993). *Aproximaciones metodológicas al diseño curricular: hacia una propuesta integral*. En: Tecnología y comunicación educativas. 8 (12).
- Díaz Barriga, F. (2006). *Enseñanza situada: vínculo entre la escuela y la vida*. México. Editorial: McGraw Hill.
- Díaz Barriga, F. y Hernández R. (1998). *Estrategias de enseñanza para la promoción de aprendizajes significativos*. En: Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista. Pp. 69 – 112.
- Díaz Riva., M., Fernández Chaucayanqui, S., y Holguín Álvarez, J. A. (2021). *Modificación de los procesos cognitivos mediante conflictos estructurales con aplicativos de gamificación formal*. Revista científica de educación Dialnet. (8). Pp. 68-79.
- Doménech Casal, J. (2018). *Aprendizaje Basado en Proyectos en el marco STEM*. Componentes didácticas para la Competencia Científica. 2 (2) Pp. 29-42.

- Emmerich, G. (1998). *El método etnográfico en la investigación educativa: orígenes filosófico-teóricos y posibilidades heurísticas*. *Pedagogía*. 5 (13). Pp. 25-34.
- Espinosa, E. Jaime. (2014). *Análisis e intervención de la práctica docente*. Centro de Actualización del Magisterio en Zacatecas.
- Esquivel Hernández, G. (2015). *Desigualdad extrema en México*. Iguales: Oxfam, México.
- Feyerabend, P. (1975). *Tratado contra el método*. Editorial: Tecnos.
- Fierro, C., Fortoul, B., y Rosas, L. (2000). *Transformando la práctica docente*. Maestros y enseñanza: paidós.
- Flores, F., y Valdez, R. (2007). *Enfoques epistemológicos y cambios conceptuales y representacionales*. En: Pozo, J. I., y Flores, F. (2007). *Cambio conceptual y representacional en el aprendizaje y la enseñanza de la ciencia*.
- Fuentes, D. M., Puentes, A., y Flórez, G. A. (2019). *Estado actual de las competencias científico naturales desde el aprendizaje por indagación*. *Educación y ciencia*. 1 (23). Pp. 569-587.
- García Guerrero, M. (2012). *Átomos al desnudo. Una visión íntima de la estructura de la materia... y de quienes la develaron*. Colección: por las dudas. UAz.
- García Herrera, A. P. (2002). *El autorregistro como espejo de la práctica docente*. *Boletín pedagógico*. 1 (3).
- Gil R. L., y Cortez Morales, A. (2018). *Formación docente transformadora para liberar la educación. Paulo Freire y la Pedagogía del oprimido*. En: *Formación docente y pensamiento crítico en Paulo Freire*. CLACSO. Pp. 24-53.
- Goleman, D. (2013). *Focus. Desarrollar la atención para alcanzar la excelencia*. Editorial: Kairós.
- González Espinoza, J. (2017). *La resolución de problemas y planteamiento de problemas como estrategia metodológica en clases de matemáticas*. 3 (39). *Atenas*. Pp.63-72.
- Gowin, D. B. (1981). *Educating*. Edición: Illustrated.

- Guevara Niebla, G., y Backhoff Escudero, E. (2015). *Las transformaciones del sistema educativo en México, 2013-2018*. Fondo de Cultura Económica.
- Gvirtz, S., y Palamidessi, M. (1998). *El ABC de la tarea docente: currículum y enseñanza*. Grupo editor: Aique.
- Harter, S. (1997a). *Desarrollo de la personalidad y la identidad*. En: *At the threshold. The developing adolescent*.
- Harter, S. (1997b). *Formación de la identidad*. En: *At the threshold. The developing adolescent*.
- Hernández Jáquez, L. F. y Barraza Macías A. (2013). *Rendimiento académico y autoeficacia percibida. Un estudio de caso*. Instituto universitario anglo y REDIE.
- Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación*. Editorial: McGrawHill. Education.
- Hessen, J. (1993). *Teoría del conocimiento*. El libro total.
- Huaman Camillo, J. G., Ibarguen Cueva F. E., y Menacho Vargas I. (2020). *Trabajo cooperativo y aprendizaje significativo en estudiantes universitarios de Lima*. 5 (3). Educación y Formación.
- INEE. (2015). *Plan Nacional para la Evaluación de los aprendizajes (PLANEA). Resultados nacionales 2015. 6° de primaria y 3° de secundaria. Lenguaje y comunicación y matemáticas*.
- INEE. (2016). *¿Qué evalúan las pruebas? Lenguaje y comunicación*. Planea. INEE. México.
- INEE. (2016a). *¿Qué evalúan las pruebas? Matemáticas*. Planea. INEE. México.
- INEE. (2018). *Plan Nacional para la Evaluación de los Aprendizajes (PLANEA)*. Planea. INEE. México.
- INEE. (2018a). *Planea. Resultados nacionales 2017. 3° de secundaria*. Planea. INEE. México.
- INEE. (2019). *La educación obligatoria en México. Informe 2019*. Planea. INEE. México.

- INEGI (2021). *Resultados de la encuesta para la medición del impacto del COVID-19 en la educación*. Comunicado de prensa número 185/21.
- INEGI (2021a). *Encuesta Nacional sobre acceso y permanencia en la educación*. INEGI. México.
- INEGI. (2019). *Características educativas de la población*. INEGI. México
- Jara, V. (2012). *Desarrollo del pensamiento y teorías cognitivas para enseñar a pensar y producir conocimientos*. Shophia. 12. Pp. 53-66.
- Koyré, A. (2009). *Estudios galileanos*. Editores Siglo XXI. España.
- Kuhn, T. S. (1970). *La estructura de las revoluciones científicas*. Brevarios. Fondo de Cultura Económica.
- Laborde Aramburú, G. J. (2004). *Proyecto: tecnología y educación a distancia en América Latina y el Caribe*.
- Lacueva, A. (1998). *La enseñanza por proyectos, ¿mito o reto?* Revista Iberoamericana de Educación. 1 (16).
- Lakatos, I. (1978). *La metodología de los programas de investigación científica*. Madrid. Alianza editorial.
- Latapí, P. (2004). La política educativa del Estado mexicano desde 2002. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*. 6 (2).
- López Guerra, S., y Flores Chávez, M. (2006). Las reformas educativas neoliberales en Latinoamérica. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*. 8 (1).
- Lugo Bustillos, J. K., y Reyes, V. M. (2020). *Análisis prospectivo en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales: una visión de los docentes de Paraguaná*. Dialnet. 13 (32).
- Maldonado Granados, L. F., Londoño Palacio, O. L., y Gómez Gil, J. P. (2017). *Sistemas ontológicos en el aprendizaje significativo: estado del arte*. Inie. 17 (2).

- Maldonado, A. (2000). *Los organismos internacionales y la educación en México. El caso de la educación superior y el Banco Mundial*. Scielo, México. 12 (87). Pp. 51-75.
- Maranto Rivera, M., y González Fernández, Ma. (2015). *Fuentes de información*. UAEH.
- Martí, E., y García-Milá, M. (2007). *Capítulo 6. Cambio conceptual y cambio representacional desde una perspectiva evolutiva*. En: Pozo, J. I., y Flores, F. (2007). Cambio conceptual y representacional en el aprendizaje y la enseñanza de la ciencia.
- Mayorga Cervantes, V. (1999). *El funcionamiento de la escuela secundaria y las condiciones de trabajo docente*. En: SEP. Escuela y contexto social. Programa y materiales de apoyo para el estudio 1^{er} semestre. Licenciatura en educación secundaria. Pp. 27-32.
- Meece, J. L. (2001). *Desarrollo del niño y del adolescente*. Compendio para educadores. Biblioteca para la actualización del maestro. SEP.
- Mendoza Núñez, A. (1998). *Las preguntas escolares como estrategia didáctica*. México: Trillas.
- Merton, R. K. (1968). *Social Theory and Social Structure*.
- Meza Cascante, L. G. (2002). *Metodología de la investigación educativa: posibilidades de integración*. Comunicación. 12 (1). Pp. 1-13.
- Monereo, C. (1994). *Estrategias de enseñanza y aprendizaje*. Barcelona: Graó.
- Monroy de Velasco, A. (2002). *Salud y sexualidad en la adolescencia y juventud*. Editorial Pax México.
- Mora Vargas, A. I. (2005). *Guía para elaborar una propuesta de investigación*. Educación. 29 (2). Pp. 67-97.
- Moreira Choez, J. S., Beltrón Cedeño, R. A., y Beltrón Cedeño, V. C. C. (2021). Aprendizaje significativo: una alternativa para transformar la educación. Dialnet. 7 (2). Pp. 915-924.
- Moreira, M. A. (2017). Aprendizaje significativo como un referente para la organización de la enseñanza. 11 (12). *Memoria académica*.

- Moreno Moreno, P. (2010). *La política educativa de la globalización*. UPN. México.
- Morín, E. (1990). *Introducción al pensamiento complejo*.
- Murayama, C. (2013). *Demografía, economía y desarrollo social*. Biblioteca jurídica virtual. UNAM. México.
- Navas, R. (2020). *Breve historia del cambio conceptual en el aprendizaje de la ciencia*. Revista de psicología. 19 (1). Pp. 222-228.
- Nieda, J., y Macedo, B. (1997). Un currículo científico para estudiantes de 11 a 14 años. OEI-UNESCO.
- Nóvoa, A. (2009). *Para una formación de profesores construida dentro de la profesión*. Revista de Educación. Pp. 203-218.
- Oquist, P. (1978) *La epistemología de la investigación-acción*. En: Simposio Mundial sobre investigación activa y análisis científico. Crítica y política en Ciencias Sociales, el debate sobre teoría y práctica. Pp. 3-30.
- Palacios, J., Marchesi, A., y Carretero, M. (1999). *Psicología evolutiva. Desarrollo cognitivo y social*. Dialnet.
- Pansza, M. (1987). *Notas sobre planes de estudio y relaciones disciplinarias en el currículo*. Perfiles educativ. 1 (36).
- Pansza, M., Pérez, E., y Moran Oviedo, P. (1986). *Fundamentación de la didáctica*. Ediciones Gernika.
- Perales Ponce, R. C. (2006). *La significación de la práctica educativa*. Paidós Educador.
- Peralta, N., y Roselli, N. (2016). *Conflicto sociocognitivo e intersubjetividad: análisis de las interacciones verbales en situaciones de aprendizaje colaborativo*. Uruguay. Scielo. 6 (1). Pp. 90-113.
- Pérez, Rodríguez, A. E., García Manilla, A., y Patiño Pineda, M. (2019). *Importancia del cambio conceptual en estudiantes de maestría en enseñanza de ciencias para mejorar la práctica docente*. Atena editora.

- Perkins, D. (2000). *La escuela inteligente*. Editorial Gedisa. Barcelona.
- Perrenoud, P. (2004). *Diez Nuevas competencias para enseñar*. Editorial: Graó. Barcelona.
- Piaget, J. (1957). *Construcción de la realidad en el niño*. Editorial: Grijalbo.
- Planea. Plan Nacional de Evaluación de los Aprendizajes. (2019). *Lineamientos generales para la aplicación*. México: SEP.
- Politzer, G. (2014). *Principios elementales de filosofía*. EMUSA.
- Popper, K. R. (1962). *La lógica de la investigación científica*. Madrid. Editorial Tecnos.
- Pozo, J. I. (1997). *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Ediciones Morata.
- Pozo, J. I. (1999). *Más allá del cambio conceptual: el aprendizaje como cambio representacional*. En: Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas. 3 (17). Pp. 513-520.
- Pozo, J. I. (2006). *Adquisición del conocimiento*. Ediciones Morata.
- Pozo, J. I. (2007). *Ni cambio, ni conceptual: la reconstrucción del conocimiento científico como un cambio representacional*. En: Pozo, J. I., y Flores, F. (2007). Cambio conceptual y representacional en el aprendizaje y la enseñanza de la ciencia.
- Pozo, J. I., y Flores, F. (2007). Cambio conceptual y representacional en el aprendizaje y la enseñanza de la ciencia. Madrid.
- Pozo, J. I., y Gómez Crespo M. A. (2013). *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Ediciones Morata.
- Queiruga Dios, M. A., Sáiz Monzanas, Ma. C., y Montero García, E. (2018). Transformar el aula en un escenario de aprendizaje significativo. 24 (11). *Hekademos*. Pp. 7-18.
- Ravela, P., Picaroni, B., y Loureiro, G. (2017). *¿Cómo mejorar la educación en el aula?* México: SEP. Nuevo Modelo Educativo.

- Raynaudo, P., y Peralta, O. (2017). *Cambio conceptual: una mirada desde las teorías de Piaget y Vygotsky*. SCIELO.
- Razo, A. E. (2017). *La reforma integral de la educación media superior en el aula: política, evidencia y propuestas*. Perfiles educativos. 11 (159). Pp. 90-106.
- Robledo Castro, C., Amador Pineda, L. H., y Ñáñez Rodríguez, J. J. (2019). *Políticas públicas y políticas educativas para la primera infancia: desafíos de la formación del educador infantil*. Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud. 17 (1) Pp. 169-191.
- Rockwell, E., y Gálvez, G. (1982). *Formas de transmisión del conocimiento científico: un análisis cualitativo*. Educación. 42 (1).
- Rodríguez Moneo, Ma. (2007). *El proceso de cambio conceptual: componentes cognitivos y motivacionales*. En: Cambio conceptual y representacional en el aprendizaje y la enseñanza de la ciencia., Pozo J. I., y Flores, F. (Coord).
- Rodríguez Palmero., Má. Luz. (2011). *La teoría del aprendizaje significativo: una revisión aplicable a la escuela actual*. Revista electrónica de investigación e innovación educativa y socioeducativa. 3 (1). Pp. 29-50.
- Romo Santos, M. (2007). *Versiones del cambio conceptual en la ciencia. De las revoluciones a los modelos computacionales*. En: Pozo, J. I., y Flores, F. (2007). Cambio conceptual y representacional en el aprendizaje y la enseñanza de la ciencia.
- Saavedra R., M. S. (1980). *Técnicas de investigación social para la elaboración del documento recepcional*. Buenos Aires. Colección política, servicios y trabajo social.
- Saint-Onge, M. (2000). Yo explico pero ellos... ¿aprenden? Biblioteca para el maestro. SEP.
- Salazar Rojas, D. (2002). *Adolescencia cultura y salud*. En: Desarrollo de los adolescentes II. Centro de Actualización del Magisterio en Zacatecas. SEP. Antología.
- Salmerón, A., y Suárez de la Torre, L. (2013). *¿Cómo formular un proyecto de tesis? Guía para estructurar una propuesta de investigación desde el oficio de la historia*. Editorial: Trillas. Instituto Mora.

- Sánchez Moreno, A., Jaimes Gómez, O., y Aguilera Terrats, J. R. (2020). *La enseñanza basada en preguntas: la Ley de Ampere y el término de Maxwell*. 1 (38). Didáctica de las ciencias experimentales y sociales.
- Sandoval Flores, E. (2001). *La organización formal*. En: SEP (Ed.), Escuela y Contexto Social. Observación del Proceso Escolar. Programas y materiales de apoyo para el estudio. Pp. 29-37.
- Sandoval Flores, E. (2016). *Políticas de formación de maestros*. ResearchGate. 4 (40).
- Santos Guerra, M. A. (2003). *Dime cómo evalúas y te diré qué tipo de profesional y persona eres*. Revista enfoques educacionales. 5 (1). Pp. 69-80.
- Santos-Ellakuria, I. (2019). *Fundamentos para el aprendizaje significativo de la biodiversidad basados en el constructivismo y las metodologías activas*. Revista de Innovación y Buenas Prácticas Docentes. 8 (12). Pp. 90-101.
- Sañudo de Grande, L. E. (2009). *El proceso de significación de la práctica como sistema complejo*. En: La significación de la práctica educativa. Paidós educador.
- Savater, F. (1997). *El valor de educar*. Instituto de estudios educativos y sindicales de América. Colección Diez para los Maestros. SNTE.
- SEP. (2004). *Manual de estilos de aprendizaje. Material autoinstruccional para docentes y orientadores educativos*. México: SEP.
- SEP. (2006). *Antología, Física*. México: SEP.
- SEP. (2006). *Plan de Estudios 2006*. Educación Básica. Secundaria. México: SEP.
- SEP. (2006). *Programa. Ciencias, Secundaria*. México: SEP.
- SEP. (2011). *Plan de Estudios. Educación Básica*. México: SEP.
- SEP. (2011). *Programa. Ciencias, Secundaria*. México: SEP.

- SEP. (2017). *Aprendizajes Clave para la Educación Integral. Plan y programas de estudio para la educación básica*. México: SEP.
- SEP. (2017). *Modelo educativo. Equidad e inclusión*. México: SEP.
- SEP. (2018). *Aprendizajes Clave para la Educación Integral. Estrategia de equidad e inclusión en la educación básica: para alumnos con discapacidad, aptitudes sobresalientes y dificultades severas de aprendizaje, conducta o comunicación*. México: SEP.
- SEP. (2019). *Orientaciones para elaborar el programa escolar de mejora continua*. México: SEP.
- SEP. (2022). *Plan de Estudios de la educación básica*. México: SEP.
- SEPa. (2022). *Sugerencias metodológicas para el desarrollo de los proyectos educativos*. México: SEP.
- Shuell, T. J. (1986). *Cognitive Conceptions of Learning*. *Review of Educational Research*. 4 (56). Pp. 411-436.
- Sternberg, R. J. (1997). *Estilos de pensamiento. Claves para identificar nuestro modo de pensar y enriquecer nuestra capacidad de reflexión*. Dialnet. Paidós.
- Tamayo Alzate, O. E., Cadavid Alzate, V., y Montoya Londoño, D. M. (2019). *Análisis metacognitivo en estudiantes de básica, durante la resolución de dos situaciones experimentales en la clase de Ciencias Naturales*. Scielo.
- Tobón, s. (2009). *Formación basada en competencias: pensamiento complejo, diseño curricular y didáctica*. México: UPN. Antología Diplomado La Docencia en el Marco del Plan de Estudios 2011.
- Trujillo Holguín, J. A. (2015). *Las reformas educativas en México: un recuento de las modificaciones constitucionales (1934-2013)*. En: Trujillo Holguín J. A., Rubio Molina, P., y J. L. García Leos (coords.), *Desarrollo profesional docente: las competencias en el marco de la reforma educativa*. Pp. 77-92.
- Useche, G., y Vargas, J. (2019). *Una revisión desde la epistemología de las ciencias, la educación STEM y el bajo desempeño de las ciencias naturales en la educación básica y media*. *Temas*. 3 (13). Pp. 109-121.

Vaillant, D., y Marcelo, C. (2016). *El ABC y D de la formación docente*. Redalyc.

Valera Negrete, J. A. (2005). *Apuntes de física general*. UNAM: Facultad de Estudios Superiores de Acatlán.

Vygotsky L. S. (1995). *Pensamiento y lenguaje*. Ediciones Paidós.

Woods, P. (1987). *La escuela por dentro. La etnografía en la investigación educativa*. Scielo.

Zabala Vidiella, A. (1989). *El enfoque globalizador*. Cuadernos de pedagogía. Pp. 17 – 22.

Zabala Vidiella, A. (2000). *La práctica educativa. Cómo enseñar*. Editorial: Grao. Serie: pedagogía.

Zabala Vidiella, A., y Armay, L. (2007). *11 ideas clave cómo aprender y enseñar competencias*. Editorial: Grao. Serie: pedagogía.

Anexos

Anexo 1. Instrumentación didáctica: el movimiento de los objetos

Instrumentación Didáctica

Profesor: Iván M. A. Mayorga.

Asignatura: Ciencias y Tecnología II, Física.

Tema: El movimiento de los objetos.

Subtemas:

a) Marco de referencia y trayectoria; diferencia entre desplazamiento y distancia recorrida. b) Velocidad: desplazamiento, dirección y tiempo. c) Interpretación y representación de gráficas posición-tiempo. d) La aceleración; diferencia con la velocidad. e) Interpretación y representación de gráficas: velocidad tiempo y aceleración tiempo.

Competencia a desarrollar:

a) Comprensión de fenómenos y procesos naturales desde la perspectiva científica.

Aprendizajes esperados:

a) Interpreta la velocidad como la relación entre desplazamiento y tiempo, y la diferencia de la rapidez, a partir de datos obtenidos de situaciones cotidianas. b) Interpreta tablas de datos y gráficas de posición-tiempo, en las que describe y predice diferentes movimientos a partir de datos que obtiene en experimentos y/o de situaciones del entorno. c) Relaciona la aceleración con la variación de la velocidad en situaciones del entorno y/o actividades experimentales. d) Elabora e interpreta tablas de datos y gráficas de velocidad-tiempo y aceleración-tiempo para describir y predecir características de diferentes movimientos, a partir de datos que obtiene en experimentos y/o situaciones del entorno.

Conceptos

a) Marco de referencia. b) Trayectoria. c) Desplazamiento. d) Distancia recorrida. e) Velocidad. f) Dirección. g) Tiempo. h) Posición. i) Rapidez. j) Aceleración.

Habilidades:

a) Formulación de preguntas e hipótesis. b) Análisis e interpretación de datos. c) Observación, medición y registro. d) Establecimiento de relaciones entre datos, causa, efectos y variables. e) Elaboraciones de inferencias, deducciones, predicciones y conclusiones. f) Identificación de problemas y distintas alternativas para su solución.

Actitudes y valores:

a) Honestidad al manejar y comunicar información respecto de fenómenos y procesos naturales estudiados. b) Disposición para el trabajo colaborativo. c) Responsabilidad y compromiso.

Situación Problema:

La maestra de educación física pretende llevar un equipo varonil y femenino a concursar en los relevos 4x100 en las XVI Olimpiadas de Atletismo de Escuelas Secundarias en Zacatecas. Las carreras se llevarán a cabo en Juchipila el 1 y 2 de octubre en la Unidad Deportiva. Para ahorrar dinero en gasolina quiere seleccionar el camino más corto. Además, habrá que encontrar quién es más rápido y veloz en una competencia para presentar pruebas de forma científica que deberán enviar a su correo, para comprobar la veracidad de los datos, seleccionando a los equipos que irán a las Olimpiadas. Se sugiere la realización de un plan de acción para organizar el trabajo, y la conformación de comisiones para completar la tarea. Finalmente habrá que hacer una presentación de los resultados a la comunidad escolar, donde por último se extienda de forma virtual.

Acciones no educativas a intervenir:

a) La construcción de aprendizaje significativo, desde la solución de situaciones problema con énfasis en el conflicto cognitivo.

b) La construcción de aprendizaje significativo desde el abordaje ontogenético de la ciencia, en relación con la filogenética del sujeto que aprende.

Fundamentos de las acciones de enseñanza y aprendizaje:

a) Las ideas previas de los alumnos son fundamentales para el aprendizaje de las ciencias, pues es a partir de los esquemas mentales del educando donde parte la reconstrucción para generar aprendizajes significativos. (Nieda y Macedo, 1997; Zabala y Arnau, 2007; Astolfí, 1999; Pozo, 1997; y Laborde, 2004).

b) Vincular las ideas previas que tengan los estudiantes con el nuevo contenido, desde situaciones contextualizadas permite a los estudiantes crear un puente cognitivo que los llevaría a la mejora de los aprendizajes, siendo éstos, significativos (Ausubel, 1968; Vygotsky, 1995; Díaz, 2006; Pozo 1999).

c) Plantear verdaderos conflictos cognitivos a los estudiantes les ayuda a que ocurra potencialmente el aprendizaje de los alumnos y que sepan resolver problemas apropiándose de los conocimientos que ya poseen. El aprendizaje significativo y la solución de problemáticas se da mediante el desarrollo de competencias (Nieda y Macedo, 1997; Zavala y Arnau, 2007; Pozo, 1999; Perrenoud, 2004; Saint-Onge, 2000).

d) La construcción ontogenética del conocimiento científico parece tener una relación directa con el desarrollo filogenético del sujeto, de tal manera que cuando un estudiante a lo largo de la vida va construyendo sus ideas previas y modificándolas, son regularmente las que tuvieron a lo largo del tiempo en la humanidad; por eso es importante enseñar epistemológicamente estos contenidos con base en ello (Delval, 2014; Saavedra, 1980).

Relaciones pedagógicas en mi práctica docente:

a) Maestro – Alumno: La relación será dialógica y de confianza entre docentes y estudiantes con un clima agradable en donde todas las participaciones son válidas y tomadas en cuenta. No hay alumnos mejores que otros; se entenderá el proceso de desarrollo en el cual se encuentra cada estudiante y se le incluirá a partir de dónde se ubique. Todos deberán participar activamente.

b) Contenido – Método: El contenido se entenderá de manera longitudinal y flexible. Primero porque comprendemos que no es algo acabado y que está en constante modificación y segundo porque no es algo cuadrado, sino más bien el conocimiento es reconstruido y con movilidad en todo momento. Las metodologías serán pues el trabajo por situaciones didácticas, utilizando las

teorías psicológicas de Ausubel, Piaget y Vygotsky, en tanto desarrollo cognitivo, del alumno y del contenido.

c) Sujeto – Conocimiento: Los alumnos podrán diseñar sus propias estrategias para resolver la situación problema. Ellos tendrán la libertad de consultar diversas fuentes de información y en ningún momento se les dictará. Además, podrán proponer la manera en la que pueden dar a conocer sus resultados de la manera en que deseen, así mismo para la organización. Puede medirse el conocimiento de mejor manera si quiere el alumno.

d) Teoría – Práctica: Se irán consolidando los aprendizajes en la medida que los estudiantes vayan construyendo desde la práctica, hacia la teoría, donde los experimentos para vivir los fenómenos físicos son primordiales en la construcción de conocimiento científico. Primero será la práctica y a partir de estas, junto con sus ideas previas, se revisará la teoría para llegar a conocimientos concretos que los lleven al desarrollo de competencias.

e) Escuela – Sociedad: Se verá como los estudiantes usan su conocimiento para un uso sociocultural. Además de que ayudarán a otros que no conocen del tema a conceptualizar la metodología, así como la manera de hacer ciencia desde el enfoque socio – crítico y socio – cultural. Es necesario tomar en cuenta el enfoque comunitario del plan de estudios que se tiene actualmente en la nueva escuela mexicana.

Metodología: Cambio Conceptual.

1. Orientación y contextualización del aprendizaje.
2. Identificación y explicitación de las ideas previas.
3. Desequilibrio y contrastación de las ideas previas: clarificación e intercambio de las ideas erróneas.
4. Exposición a situaciones de conflicto.
5. Interpretación y resolución del problema: investigación, experimentación, matematización.
6. Consolidación. Aplicación de los nuevos conceptos.
7. Consolidación. Transferencia a situaciones nuevas.
8. Revisión del cambio en las ideas previas a ideas científicas.

1. Orientación y contextualización del aprendizaje

En la primera clase presentaré a los estudiantes en hojas de máquina los contenidos. Eje, tema, subtema, competencias, aprendizajes esperados, conceptos, habilidades, actitudes y valores. Deberán pegarlos en su libreta. Se leerá uno por uno de manera general con las participaciones de los alumnos para conocer lo que van a aprender y de qué va tratar cada uno de los temas.

Se pondrá frente a los alumnos la palabra “análisis”, con la intención de que me den ideas de lo que para ellos significa, o algunos ejemplos. Esto será retomado con la intención de conocer que un análisis es observar algo para obtener información, siendo en realidad *fragmentar*. Les comentaré a los estudiantes “*En realidad, analizar es como ustedes dicen, pero también quiere decir fragmentar, es decir, descomponer en cada una de sus partes, para poder analizarlo*”. Habrá que poner el ejemplo del análisis de sangre, y el análisis de los sistemas del cuerpo humano. Entre otros que tengan los estudiantes. Así se establecerá una relación C-M de comprensión.

Con ello, será necesario establecer una relación S-C de inferencia, para cuestionarlos ¿cómo es posible que realicemos nuestro análisis? La intención es esperar que el análisis que realicemos sea mediante preguntas, entonces orientaremos las participaciones para que quede en las siguientes interrogantes, con la intención de establecer una relación de comprensión y orientación del aprendizaje:

*¿Qué vamos a aprender?

*¿Cómo lo vamos a aprender?

*¿Para qué nos servirá aprenderlo?

Con las preguntas que tengo propuestas, y expuestas por los alumnos, anotaré las ideas que ellos me digan orientadas a que digan lo siguiente, referido a los temas, subtemas y aprendizajes esperados.

- Interpretar la velocidad como una relación entre la distancia y el tiempo.

-Cuál es la diferencia entre la rapidez y la velocidad.

- Hacer tablas y gráficas. Interpretar dichas tablas desde la posición – tiempo.

- Describir y predecir los movimientos a partir de datos de experimentos y del entorno.
- Conocer respecto de la aceleración y su relación de cambio con la velocidad.

Cuando se llegue al menos a tres de estos puntos u otros parecidos, desde las participaciones de los estudiantes, haré que los educandos que no participaron lo hagan con las siguientes preguntas: ¿Qué opinas del punto uno respecto de lo que se nos pide? ¿Cómo sabemos que algo se mueve? ¿Cuál crees que sería la diferencia entre ir rápido y ser veloz? ¿De qué manera se pueden describir y predecir movimientos? ¿Cómo se construye una gráfica? ¿Y una tabla? ¿Cómo se construyen tablas y gráficas de posición - tiempo? ¿Cómo se recopilan datos de experimentos y el entorno? Serán preguntas de manera general, solo para afianzar lo que estamos trabajando como objeto de estudio.

Se les dará tiempo a los estudiantes para que respondan y si quieren entre ellos aportar mediaré la discusión haciendo que la gran mayoría participe, en caso de que se preste la clase para el debate; sino, solamente responderán los estudiantes a los que se les cuestionó.

Respecto de la pregunta, ¿Cómo lo vamos a aprender? Esperaría que los estudiantes me respondan lo siguiente:

- Experimentando.
- Graficando.
- Matematizando.
- Tablas de datos.
- Resolviendo problemas.

Con la última pregunta, ¿Para qué nos servirá aprenderlo? Esperaría respuestas como, para saber más del movimiento, para comprender los fenómenos que ocurren a nuestro alrededor, para identificar y solucionar problemas, para los siguientes niveles educativos. Habrá que dar una explicación breve de la intención de que los estudiantes sepan qué van a aprender, cómo lo van a aprender y para qué les va a servir. Posteriormente les diré ***“Siempre hay que tener en cuenta qué vamos a aprender, cómo lo aprenderemos y para qué nos servirá, con la intención de tener en***

claro lo que haremos durante el trimestre y si lo olvidamos, regresar a ello". Les pediré que lo pasen a su libreta como título, análisis del tema, subtema y aprendizajes esperados. Mientras lo están copiando, instalaré el proyector con la intención contextualizar el aprendizaje.

Es decir, cuando estén plasmadas las concepciones de los estudiantes respecto del tema, subtema y propósitos, se les dirá que para empezar a ver esos temas y estudiar de manera científica el contenido que ellos piensan, entonces reflexionaremos sobre la importancia de antes de estudiar los temas hacer esto. Diversos autores (Vygotsky, 1995), hablan sobre la importancia de que los estudiantes identifiquen lo que van a aprender con la intención de que sean exactamente porqué hacen lo que hacen. Eso los ayuda a conocer de mejor manera los propósitos educativos no solo para el profesor, sino para ellos, y se involucran más.

2. Identificación y explicitación de las ideas previas

Recordando lo que se hizo la clase pasada, será necesario rescatar las ideas previas que poseen los estudiantes respecto de los fenómenos físicos más palpables, como lo es el movimiento, ya que es algo que podemos ver (Astolfí, 1999). Para ello, utilizaré representaciones potentes (Ausubel, 1968; Perkins, 2000) para lo cual les proyectaré varios videos: los dos primeros de caídas graciosas, el tercero del viernes negro en EE. UU., y el cuarto de los futbolistas más rápidos del mundo. Así es como estarán contextualizados los fenómenos del movimiento, ya que es algo que viven comúnmente, además de abocar el recuerdo para construir una relación C-M de explicitación de las ideas respecto del movimiento.

Con lo anterior, se verificará que los estudiantes tengan su libreta afuera y estén listos para escribir, pues les comentaré *“Mientras vemos el video, hay que centrarnos en cómo se mueven las personas., y anoten lo más importante, lo que les llame la atención del video”*. Así es como se proyectarán los videos siguientes:

<https://www.youtube.com/watch?v=6K-M-GEQFy8>

<https://www.youtube.com/watch?v=MOEm0POPhFI>

Se leerá de manera general las primeras impresiones respecto de los puntos que destacaron los estudiantes, en cuanto a los conceptos y las ideas que ya habían presentado. Estarán ellos sentados en filas y yo al frente, para hacerles una pregunta abierta a todo el grupo, ¿Cuáles fueron las impresiones que tuvieron? ¿Qué ideas rescataron? ¿Cuál les pareció más divertido? ¿Qué les llamó

la atención de cada video? Así, los estudiantes estarán atentos a los videos anotando lo relevante, lo general de que tratan los videos, lo que les llama la atención o se les hace interesante, para generar una relación S-C de interpretación.

De las respuestas que me den los estudiantes, las anotaré en mi libreta, para enseguida decirles: **“De acuerdo a lo que tienen en sus ideas, como puntos principales, vamos a llenar el siguiente cuadro. Dicho cuadro, aquí está y nosotros deberemos asumirnos como un colectivo de científicos investigadores que estamos queriendo conocer el fenómeno del movimiento; adelante, hay que llenarlo”**. Para ello, la intención es tenerlo ya proyectado, y pasaré a dos alumnos a que organicen. Uno de ellos intervendrá en las participaciones de los alumnos, y el otro anotará las ideas principales de los estudiantes, mismas que ya tienen anotadas en la libreta.

Me pondré en una butaca al final del salón al principio de esta actividad, pero también pasaré por las filas mientras los aliento a que lo completen ellos solos su cuadro en tiempo y forma, y orientaré a los estudiantes para que no demoren. Mientras ellos hacen eso, yo pondré especial cuidado en:

- Sus maneras de organización entre ellos.
- Las personas que lideran, las que medianamente intervienen y los que no se involucran.
- Si los estudiantes no están haciendo nada, intervendré pidiendo de manera directa la participación de estudiantes preseleccionados.
- Destacar que se involucren todos los estudiantes. Ponderar la integración de todos.

Con el proyector, se pondrá el siguiente cuadro que es el que deben completar entre todo el grupo con dos de sus compañeros que deberán pasar como se explica anteriormente.

Lo que piensa el grupo de 2° “D” acerca del MOVIMIENTO	
¿Cómo nos damos cuenta que los futbolistas o las personas se mueven? ¿Dónde se ubica el marco de referencia en cada caso?	
¿Cómo era la trayectoria de los personajes de cada video?	
¿De qué manera se desplazaban los sujetos que aparecían en la proyección?	
¿Cuál fue la distancia recorrida de al menos uno de los personajes? ¿Cómo se mide la distancia recorrida?	
¿Qué velocidad llevaba cada futbolista? ¿Qué velocidad llevaban las mujeres mayores y los hombres jóvenes? ¿Cómo se calcula la velocidad?	
¿Qué sería la posición? ¿Cómo estaba presente este fenómeno en el video?	
¿Qué rapidez llevaba cada futbolista? ¿Cómo se calcula la rapidez?	

¿Cuál fue la dirección de las personas del video? ¿Cómo se puede saber su dirección exacta?	
¿Qué tiempo tardó cada uno en anotar el gol desde que agarró la pelota? ¿Cuánto tiempo tardaron en comprar lo que necesitaban y salir de la tienda? ¿Cuánto tiempo tardaron en caer las personas?	
¿Cómo podemos conocer la aceleración de las personas del video? ¿Cómo podemos definir la aceleración? ¿De qué manera se calcula?	

Una vez que terminen los estudiantes, será necesario comentarles que está excelente cómo lo contestaron, y que está muy bien cómo se organizaron, con la intención de generar una relación M-A de confianza; recordando que la motivación también se vuelve fundamental para consolidar los aprendizajes de los estudiantes (Alonso, 1999). Para finalizar la clase, con la instrucción dictada en el cuaderno: ***“Escribir una conclusión de la clase respecto de lo que creo que puede ser el movimiento, además de su funcionamiento”***.

Una vez que terminen su conclusión, se socializarán cuidando especial atención al concepto de movimiento. Dejaré primero que participen los estudiantes que así lo deseen. Sin embargo, las últimas participaciones serán de los estudiantes que registré que no se involucraron en la construcción del cuadro de ideas previas. Para conocer qué piensan sobre el movimiento y deberé anotarlas en mi cuaderno de registro, mismo que se utiliza para la evaluación formativa.

3. Desequilibrio y contrastación de las ideas previas: clarificación e intercambio de las ideas erróneas

Para comenzar esta clase, se recordará lo que se hizo en la clase pasada para recapitular lo hecho, con la intención de construir una relación S-C de recuerdo. Una vez lo anterior, les daré les daré una hoja con sus ideas previas en el cuadro que respondieron, las leeremos de una en una de manera general y rápida, para saber que fueron las que respondieron ellos. Además, recordemos que el uso de las TIC, apoyado de representaciones visuales nos ayuda a potenciar el aprendizaje de los estudiantes, por lo tanto, a la par de que van recortando y pegando la hoja en su libreta para que la tengan presente, yo estaré conectando el proyector. Con el cuadro proyectado que los alumnos ya terminaron en clases pasadas, y las correcciones pertinentes que ya les haré para que quedé una presentación ‘limpia’, se iniciará la clase.

Para empezar los estudiantes que menos participaron en la clase pasada, leerán sus conclusiones o los que no las leyeron. A partir de allí, se destacarán ideas principales en el pizarrón que tengan que ver con el movimiento, en específico la velocidad, rapidez, aceleración, desplazamiento, y trayectoria. Con lo anterior, les diré **“Ustedes ya tienen lo que piensan acerca del movimiento, respecto de rapidez, velocidad, aceleración, trayectoria y desplazamiento, etc., pues bien, ahora es momento de que sepamos si lo que respondieron es adecuado o inadecuado, para ello les tengo esta hoja que deberemos leer. Con rojo, vamos a colorear las ideas que tenemos mal según el texto, y con azul las que tenemos bien”**. Esto ayuda a construir una relación C-M de contrastación de las ideas previas. El texto que se les presentará será el siguiente:

EL MOVIMIENTO DE LOS OBJETOS

¿Cómo podemos saber que lo que pensamos sobre el movimiento es correcto?

En el primer trimestre de ciencias y tecnología II, física... los estudiantes deben estudiar mecánica clásica., es decir, lo referente al movimiento. Para ello, es necesario conocer sobre marco de referencia, posición, distancia y tiempo, desplazamiento y trayectoria, rapidez, velocidad y aceleración.

De manera general, podemos decir que el movimiento es el cambio de posición de un objeto de un lugar a otro. Así de fácil. Cuando un objeto cambia de posición de un lugar a otro podemos decir que algo se mueve. El movimiento podemos conocerlo por medio de nuestros sentidos, pues con ellos podemos percibirlo. Hay varios tipos de movimiento.

Comenzando por lo más simple, el desplazamiento y la trayectoria. Habrá que aclarar que son dos cosas totalmente diferentes. El desplazamiento es una línea recta imaginaria que se traza del punto inicial al punto final, mientras que la trayectoria es todo el camino total recorrido entre estos puntos. Cuando una persona se desplaza, está utilizando la rapidez, mientras que cuando sigue una trayectoria, utiliza la velocidad y aceleración.



La rapidez se refiere a la distancia recorrida en un tiempo determinado. Es una cantidad escalar porque solo se representa la magnitud y sus unidades. La fórmula para representar la rapidez, es $r = d/t$. La rapidez solo se calcula mediante el desplazamiento en línea recta porque es una

distancia y un tiempo determinados. Sus unidades son m/s o km/hra; aunque también puede utilizarse km/min, entre otros.

$$r = 25 \text{ km/hra} \quad r = 90\text{m/s}$$

La velocidad se refiere al lapso de distancias en lapsos de tiempo determinados. Es una cantidad vectorial porque tiene magnitud, dirección y sentido, y sus unidades. La fórmula para representar la velocidad, debe ser $\mathbf{v} = (\mathbf{df} - \mathbf{di}) / (\mathbf{tf} - \mathbf{ti})$. La velocidad se calcula segmentando una recta en partes para calcular en lapsos de distancia, entre lapsos de tiempo, la velocidad de cada parte del objeto en movimiento. Sus unidades son m/s o km/hra; aunque también puede utilizarse km/min, entre otros.

$$v = 25 \text{ km/hra SE } 310^\circ \quad v = 90\text{m/s NE } 65^\circ$$

La aceleración se refiere al cambio de velocidad en un lapso de tiempo determinado. La fórmula para representar la aceleración, debe ser $a = (v_f - v_i) / (t_f - t_i)$. La aceleración se calcula una vez que se segmenta en partes y se calcula la velocidad, se saca teniendo en cuenta los lapsos de tiempo y distancia, en resumen, tomando en cuenta lapsos de velocidades determinadas. Sus unidades son m/s^2 o km/hra^2 ; aunque también puede utilizarse km/min^2 , entre otros.

$$a = 25 \text{ km/hra}^2 \text{ SE } 310^\circ \quad a = 90\text{m/s}^2 \text{ NE } 65^\circ$$

La explicitación de las ideas previas es importante porque les ayuda a los alumnos a saber lo que saben, lo que no saben y qué les falta por saber para centrar la atención en los aspectos primordiales para ellos (Carretero, 1996; Pozo, 1999). Por lo tanto, les comentaré lo siguiente “**Ahora que ya tenemos nuestro cuadro de ideas previas, vamos a ver, como les comentaba si son adecuadas o no. Recordemos los colores y vamos a ir leyendo, y coloreando**”. Así está será una actividad, igual que todas las demás de la clase, sencillas de hacer y que llevan a los alumnos a construir una relación C-M de apropiación metodológica, porque recordemos que el cambio conceptual solo se hace conceptual en tanto también sea un cambio metodológico (Pozo y Flores, 2007).

Pondremos a leer a los alumnos las hojas de ideas científicas, y conforme vamos avanzando, iremos coloreando. Al final, se espera que tengan todas las respuestas coloreadas o de rojo para las ideas que no son científicas, o de azul para las ideas que sí son científicas. Finalmente, como son diez preguntas o cuadros, les pediré que cuenten las que tienen de cada color y las anoten en porcentaje. Posteriormente mientras están haciendo ellos esto, les pediré que pasen a su libreta el siguiente esquema donde podremos hacer y balance de sus ideas previas (Carretero, 1996).

Balance de mis ideas previas respecto del movimiento	
Ideas previas	Ideas científicas

El cuadro deberá contener porcentajes, por ejemplo 90% y 10%, para completar el cien por ciento, esto ayudará a que con el balance los alumnos puedan ver lo que tenían mal y lo que tienen bien, generando una relación S-C de identificación de ideas erróneas y C-M de explicitación del cambio en las ideas. Posteriormente les comentaré, ***“Con este porcentaje de ideas previas erróneas e ideas previas científicas, ¿cuáles son las dificultades que piensan ustedes que pueden enfrentar? ¿cómo creen que será el desarrollo de las clases al poseer la mayoría de ideas para ser modificadas?”*** Esto ayudará a que los estudiantes identifiquen algunas dificultades que piensen puedan tener a lo largo del desarrollo de la situación problema, ya que el cambio conceptual también es un cambio actitudinal (Pozo y Gómez, 2013). Por otro lado, también generaremos una relación C-M de reflexión, porque veremos por qué las ideas que tienen son erróneas. Así que con esto esperamos que se identifique que son erróneas debido a:

- No conocemos la definición y el cómo se presenta el fenómeno de movimiento.
- Se confunde el desplazamiento y la trayectoria, además de que no sabemos cómo se representa.
- Se desconoce la posición, distancia, tiempo y marco de referencia en vinculación como fenómenos iguales de un mismo proceso que es el movimiento.
- No se sabe de rapidez, velocidad, aceleración, su fórmula, unidades, cantidad, cómo se calcula, ni la definición, además de que tampoco como se representan en la vida cotidiana, y se confunde normalmente estos fenómenos.

Con estas ideas, las dificultades que podrán tener son:

- Abandonar la tarea por apatía, resistencia al cambio, actitudes negativas hacia la materia o el profesor, y desinterés por conocer y modificar sus ideas previas.

Para lo cual se les dirá ***“Entonces esas ideas tienen erróneas, y estas son las dificultades que podemos presentar a cambiarlas, así que es preciso que las tengan en cuenta porque pueden generar rechazo a la materia, lo cual no sería lo más adecuado. Pero piensen en todas las ideas***

previas que poseen respecto de cualquier fenómeno social o familiar que les sucede, con sus amigos o con sus compañeros. Siempre es importante conocerlos para poder modificarlos”.

4. Exposición a situaciones de conflicto

Para esta clase, se comenzará recordando lo que se hizo la clase pasada, para lo cual el cuadro de *balance de ideas previas* lo anotaré en el pizarrón para que los estudiantes puedan recordarlos. Entonces les pediré que lean la justificación de por qué tienen esas ideas previas para recordarlas con una relación C-M, ya que es una parte medular del conflicto cognitivo en el cambio conceptual (Pozo, 2007). Además, lo que sí será necesario escribir en el pizarrón, son las dificultades que pueden presentar con esas ideas previas que acaban de leer para decirles que *“Entonces, con esas ideas previas que tienen, se nos presenta la siguiente situación problema, que tenemos que resolver para, en primer lugar, ayudar a la escuela, pero que también nos ayudará a aprender para modificar nuestras ideas previas. Pero no hay que olvidar tampoco la dificultad que tenemos para resolverla si tenemos que modificar todo esto (refiriéndome al balance en el pizarrón mientras lo apunto)”*. Con ello, les pediré que pasen en la siguiente hoja la situación problema a la par de lo que yo la escribo para que no se queden atrás, la cual es la siguiente:

Situación Problemática

La maestra de educación física pretende llevar un equipo varonil y femenino a concursar en los relevos 4x100 en las XVI Olimpiadas de Atletismo de Escuelas Secundarias en Zacatecas. Las carreras se llevarán a cabo en Juchipila el 1 y 2 de octubre en la Unidad Deportiva. Para ahorrar dinero en gasolina quiere seleccionar el camino más corto. Además, habrá que encontrar quién es más rápido y veloz en una competencia para presentar pruebas de forma científica que deberán enviar a su correo, para comprobar la veracidad de los datos, seleccionando a los equipos que irán a las Olimpiadas. Se sugiere la realización de un plan de acción para organizar el trabajo, y la conformación de comisiones para completar la tarea. Finalmente habrá que hacer una presentación de los resultados a la comunidad escolar, donde por último se extienda de forma virtual.

Una vez que la terminen de pasar, le pediré a un estudiante que la lea mientras todos los demás la seguimos con la vista, escuchando atentamente. Para ello les diré *“De la situación problema que se nos presenta, qué les llama la atención, a qué no le entienden, con las ideas previas que tenemos, qué tan fácil o difícil será resolverla”*. Esto ayuda a construir una relación C-M de

análisis y reflexión. Es importante aclarar que el rescate de las ideas previas y desequilibrarlas, es la antesala de este conflicto cognitivo (Carretero, 1996). Con esta idea presente, el conflicto cognitivo es indispensable si se quiere aprender, puesto que mientras no haya conflicto, es decir, problematización en las ciencias no hay aprendizaje como lo han estudiado innumerables autores desde hace ya un siglo y varias décadas después confirmado (Dewey, 2010; Piaget, 1957; Vygotsky, 1995; Ausubel, 1968; Pozo, 1997, 1999, 2006; Pozo y Flores; 2007; Del Val, 2014). Por eso la importancia de plantearlo.

Cabe aclarar que este conflicto cognitivo en relación con el movimiento, es presentado de forma hipotética en cuestión del movimiento desde la mecánica clásica, pues ayudará que después se hagan representaciones más complejas con este mismo tema, además es hipotético, lo cual también es válido ya que construye conocimiento significativo aun así, pues no siempre pueden ser situaciones reales que estén descontextualizadas lo cual sería un error presentarlas a los alumnos (Díaz, 2021). Además, esta situación problema está en el nivel de epistemológico de resolución de problemas (Perkins, 2000).

Así pues, subrayaremos con plumón rojo lo que no sabemos de la situación problema, esperando que sea lo referente a los temas, mismos aspectos que tienen mal en sus ideas previas; con azul lo que les llama la atención, y con negro encerraremos lo que sí conocen. Esto ayudará a generar una relación C-M de análisis e interpretación de la situación problema. Una vez que lo hayan hecho, les pediré a los alumnos subrayen también en si situación problema con sus tres colores que ellos identifiquen para comenzar a analizar la situación problema puesto que es una fase medular y debe quedar bien entendida para que después no abandonen la tarea (Saint-Onge, 2000; Alonso, 1999).

Una vez que lo hayan subrayado, les pediré que recapitemos lo que hemos hecho desde el principio del año, recordando la importancia de seguir viendo y no faltar para poder ir al corriente del proceso y modificar sus ideas previas, y avanzar en el conocimiento de la ciencia a lo largo del año. Por lo tanto, el proceso que se explicitará será de la siguiente manera:

Presentar el tema, subtema y aprendizajes esperados: hacer su análisis con preguntas □ conocer nuestras ideas previas: hacer un análisis con un balance coloreando □ presentar una situación problema. Preguntándoles a los alumnos ¿qué creen que siga? Para lo que esperaré que entre opiniones los alumnos me digan que un análisis. De manera rápida recordaré que un análisis es

cuando fragmentamos lo que estamos estudiando para conocer cada una de sus partes diciéndoles que **“todo lo que hacemos en la ciencia tiene que tener una intención, y lo hacemos para conocer cada una de sus partes y encontrarle sentido, no solo hacerlo por hacerlo”**. Así que con estas ideas les preguntaré, ¿cómo se les ocurre que podemos analizarlo? Reflexionaremos que depende de lo que estemos analizando, porque a veces puede ser con preguntas, otra vez puede ser haciendo un balance, porque depende de la actividad, así se genera una relación C-M de sustento práctico.

Esperaré que me digan con preguntas, proponiendo las preguntas deberán quedar **¿Cuáles son sus momentos? ¿Qué nos pide? Y ¿Cómo lo entiendo?** Con estas preguntas, les comentaré **“Okay, ya tenemos las preguntas que nos ayudarán a poder analizar, es decir, fragmentar la situación problema en sus partes para poder comprenderla. Primero hicimos preguntas para analizar el tema, luego hicimos un cuadro, ¿qué pasaría si juntamos estas dos formas de hacer un análisis?”** Para llegar según el C-M de concluir que el cuadro. Entonces surgirá la pregunta ¿cómo lo organizamos, con la finalidad de que quede de la siguiente manera:

Análisis de la situación problema		
¿Cuáles son sus momentos?	¿Qué nos pide cada uno? (Temas que se abordan)	¿Cómo lo entiendo con mis propias palabras?

Es preciso recordar que la situación problema tiene tres momentos, los cuales deberán encontrar los estudiantes, así que les comentaré lo siguiente, que pretende encontrar una relación S-C de trabajo en equipo y apropiación del contenido: **“Bueno, como ustedes saben, la intención es que ustedes mismos resuelvan la situación problema, solo con algunas orientaciones que les puedo hacer yo, para lo cual habrá que pasar dos personas a dividir la situación problema y ver los momentos que tiene para poder completar nuestro análisis de la situación problema”**. Así, esperaremos que pasen dos personas, una será quien organice a todos los demás, y otra quien esté en el pizarrón dividiendo la situación problema.

Cuando terminen, les comentaré solo si está mal o está bien dividida la situación problema. Para lo cual se les revisará solo d estar bien. Una vez terminada con la intención de identificar los momentos se les pedirá que la dividan en colores, con lo cual se generará una relación S-C de

identificación y explicitación de los componentes de la situación. Recordemos que elaborar análisis sirve bastante para poder entender la situación problema, de manera que permite tener claridad en un primer momento respecto de cómo se resolverá (González, 2017).

Ya una vez que la coloreen, les pediré nuevamente que pasen otros dos alumnos a completar qué es lo que les pide en una lista.

+Llevar un equipo varonil y femenino a concursar a las olimpiadas de atletismo.

+Ahorrar dinero en gasolina seleccionando el camino más corto.

+Seleccionar el camino más corto.

+Ver quién es más rápido y veloz de forma científica.

+Mandar las pruebas a sus correos para comprobar la veracidad de los datos.

+Seleccionar a los que irán a las olimpiadas.

+Presentar los resultados.

Una vez que los completen, será necesario que acomoden cada uno en el cuadro, respectivamente donde van, y finalmente que conteste cada uno de forma individual como entienden lo que les pide de manera general. Finalmente les diré *“Bueno, ahí tienen de manera general el análisis de la situación problema, ahora la entienden de mejor manera, saben las partes que tiene, los momentos, así como lo que les pide cada momento con relación a los temas, y lo que entienden que van a hacer, pues ahora es momento de comenzar a resolverlo”*.

5. Interpretación y resolución del problema: investigación, experimentación, matematización

Se comenzará la clase viendo lo que hicimos la clase anterior, para lo cual se les pedirá a los alumnos su participación, esperando recordar que comenten que escribieron la situación problema. Con ello, les diré *“Bueno, hicimos lo que ustedes comentan, pero ¿quién me puede decir lo que hicimos para resolver la situación problema?”* Esperemos recordar que la analizamos, dividiéndola en momentos, para lo cual se coloreó, se escribió lo que nos pide y cómo entendemos lo que nos pide. Les preguntaré, ¿Por dónde creen ustedes que debemos comenzar?

Las ideas que me den los estudiantes las iré anotando, para finalmente que ellos se den cuenta que lo principal es organizar el trabajo, con lo cual se deberemos hacer un plan de acción y conformar los equipos. Organizar el trabajo es primordial para mejorar la construcción del aprendizaje de los alumnos (Saint-Onge, 2000), para lo cual habrá que ver las ideas que los alumnos tienen sobre lo que es un plan de acción.

Se propondrá la metáfora de cuando viajamos cuáles son los aspectos en los que nos deberemos enfocar. Esperaré que me digan que el lugar al que vamos a ir, el tiempo que nos vamos a tardar, lo que vamos a hacer, y la intención de dicha actividad, entonces será cuando anote en el pizarrón la conformación del plan de acción el cual deberá quedar de la siguiente manera:

Actividad ¿Qué vamos a hacer?	Tiempo ¿Cuándo lo vamos a hacer?	Lugar ¿Dónde lo vamos a hacer?	Propósito ¿Para qué lo vamos a hacer?

Les comentaré a los alumnos ***“Exacto, estos son los aspectos que nos ayudan a organizar nuestro plan de acción, con lo que nos ayuda a su vez a organizar el trabajo que haremos. Para esto, deberán ver actividad por actividad lo que les pide la situación problema y extenderla en las actividades”***. Con esto se espera una relación S-C de relación, donde les pondré como ejemplo la parte de la rapidez, donde la rapidez tiene como actividades conocer su definición, investigar su fórmula, saber sus unidades y su magnitud. Cada una de estas se les asignará un tiempo, un lugar, y un propósito específico.

Les comentaré que ellos deberán entender por la primera acción, con lo cual se socializará cuál es su tiempo, su lugar y su propósito, así, pasarán al pizarrón el ejemplo que les puse, y haremos la primera actividad, trazándola en la libreta y posteriormente ellos puedan realizar las demás. Una vez que terminen, tres estudiantes socializarán su plan de acción. Posteriormente después de ello, los alumnos deberán comentar qué es lo que sigue, para dejar en claro que la intención sería organizarnos en equipos, entonces, les diré que deberán organizar los equipos, de manera que tengan las mismas posibilidades de resolver la situación problema, para lo cual ***“Deberán organizarse como un colectivo de científicos investigadores del movimiento, de tal manera que***

todos tengan las mismas oportunidades para resolver la situación problema”. Mientras los alumnos se organizan en equipo, yo estaré revisando que:

-Tengan los mismos integrantes, tanto en número como en género.

-Tengan aproximadamente, más o menos el mismo promedio general.

-Tengan la misma disciplina de manera que no se incline a equipos con más y menor orden que otros.

-Tengan la misma competencia de resolver la situación problema.

Para ello, cuando los terminen, estaré anotando en mi libreta de registro lo que están comentando, y si los terminan de manera adecuada los dejaré de no ser así les comentaré que no están bien porque no cumplen con algún requisito de los anteriores, y no se pueden ver como colectivo. Será una devolución importante a realizar para construir una relación C-M de orden. Recordemos que diversos autores hablan sobre el trabajo en equipo y cómo organizarlo (Gvirtz y Palamidessi, 1998), para potenciar el trabajo.

Cuando tengan los equipos, les diré que no todos se pueden enfocar a todo, por lo que es necesario que se establezcan comisiones. Veremos qué entienden por comisión, con lo que esperaremos que sea un *trabajo o una tarea que debemos hacer* por lo cual, les diré que, según su plan de acción cuáles son los trabajos y tareas que debemos hacer, llegando a la conclusión de que las comisiones son:

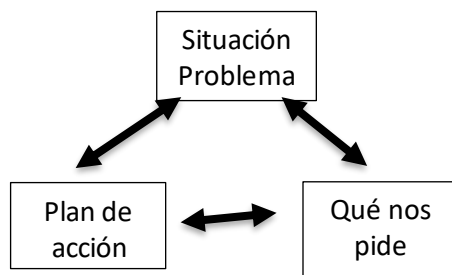
*Investigador.

*Líder.

*Matemático.

*Presentación

Con lo anterior, recordaremos lo que tenemos planeado en el plan de acción, antes de enseñar el siguiente esquema, donde les preguntaré ¿con el plan de acción qué rescatamos? Para saber que rescatamos lo que nos pide, y con eso el plan de acción que a su vez nos ayuda a resolver la situación problema. Por eso la importancia de destacar el plan de acción.



Entonces, todo está relacionado, así que al hacer algo de lo que nos pide, estamos abonando al plan de acción, que a su vez abona a la situación problema, o viceversa. Por eso será importante recordar lo que se pide:

+Llevar un equipo varonil y femenino a concursar a las olimpiadas de atletismo.

+Ahorrar dinero en gasolina seleccionando el camino más corto.

+Ver quién es más rápido y veloz de forma científica.

+Mandar las pruebas a sus correos para comprobar la veracidad de los datos.

+Seleccionar a los que irán a las olimpiadas.

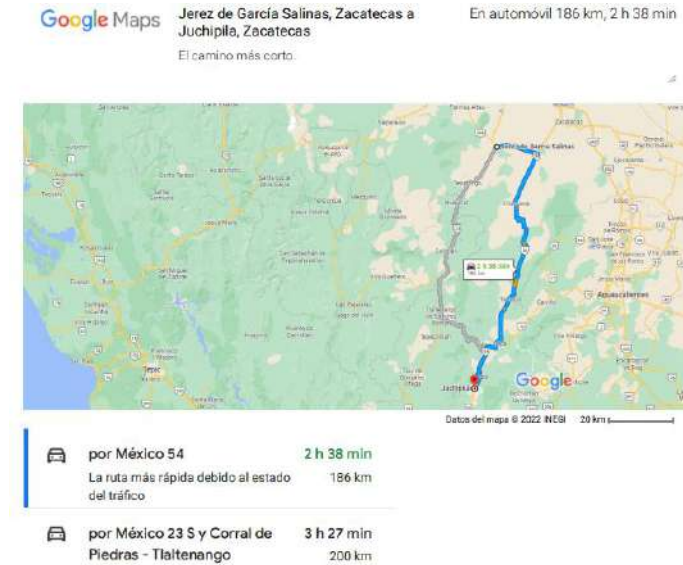
+Presentar los resultados.

Con esto nuevamente presente, descartaremos llevar el equipo a las olimpiadas ya que es algo que se hará al final, así que partiremos de la primera actividad que es ahorrar dinero en gasolina seleccionando el camino más corto. Con lo cual, se les pedirá un mapa de zacatecas donde deberán trazar la trayectoria y el desplazamiento. Se les dejará leer desde su libro de texto, cuál es la diferencia entre la trayectoria y el desplazamiento, para lo cual deberán pasar a organizarse. Les comentaré *“Bien, ahora deberemos pasar dos personas para poner un ejemplo de la vida cotidiana, y que a todos nos quede claro lo que es el desplazamiento y la trayectoria”*. Con esto, se espera construir una relación S-C de explicitación conceptual, y de trabajo colaborativo (Del Carmen, 2006).

Con el ejemplo en la vida cotidiana, me centraré en que anoten la definición, y que tracen las líneas de trayectoria con un color y desplazamiento con otro. Una vez que lo tengan, les diré que lo pasen como ejemplo. Para ello, en el mapa enseguida, deberán entonces, en un mapa con nombres del

Estado de Zacatecas, trazar la trayectoria y el desplazamiento por carretera con ambos colores, anotar la definición y el valor de la trayectoria y el desplazamiento que tienen ambos caminos, y explicar cuál es el camino más corto. Una vez que lo tengan, se los proyectaré en el salón para ver que les haya quedado de manera correcta, recordando que las proyecciones son importantes para atender a los estilos de aprendizaje y como representaciones potentes (Perkins, 2002).

Con lo anterior, dejarles que investiguen el precio de la gasolina para saber cuánto dinero se gastará en realizar dicho viaje. Les comentaré, ***“Entonces, para calcular cuánto dinero se gastará, es necesario que encuentren cuánto dinero se gastará común camión que llevará a los atletas si gasta 20 km por litro”***. Los dejaré que hagan ese cálculo entre todo el grupo, para ello anotaré en mi libreta los resultados.



Con lo anterior, esperaremos que anoten cuánto dinero se gastarán. Con lo anterior, es necesario que nos vayamos al plan de acción de cada persona, y colorear o subrayar las primeras actividades que hemos realizado. Posteriormente, comentarles que es momento de calcular en el grupo la rapidez, velocidad y aceleración de cada persona, para eso se comenzará con la rapidez. Para poder comenzar con el estudio de la rapidez, es preciso aclarar primero:

*Definición, fórmula, cantidad, unidades, y representación en la vida cotidiana. Lo cual se puede resumir en el siguiente esquema:

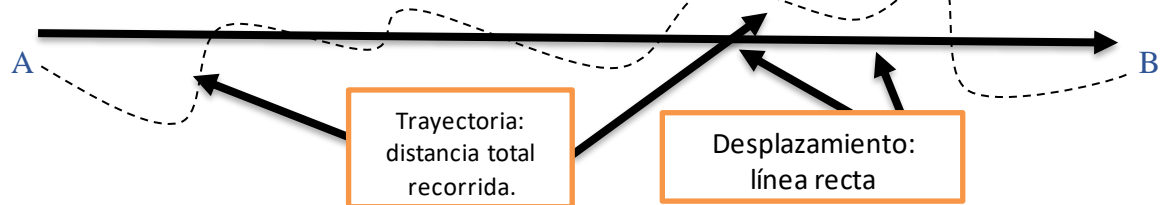
Rapidez:

- *Investigar su significado.
- *Experimentar la rapidez.
- *Calcular la rapidez.
- *Graficar la rapidez.
- *Clasificar si es una magnitud vectorial o escalar.
- *Hacer lo mismo con la velocidad.
- *Hacer lo mismo con la aceleración.

Y así será con todos los temas de movimiento, que de manera general se representa de la siguiente manera para **el movimiento de los objetos**.

Para comenzar hay que decir que el movimiento se refiere al cambio de posición de un objeto. Así de sencillo. Podemos decir que algo se mueve cuando cambia de posición de un lugar a otro. De un punto inicial A, cambia de posición a un punto B. Pero el movimiento tiene más componentes. Algunos de ellos son el desplazamiento y la trayectoria.

La trayectoria se refiere a la distancia total recorrida del punto A, al B, es la distancia recorrida. Pero el desplazamiento se refiere a la distancia recorrida en línea recta y es imaginaria.



Por ejemplo, cuando vienes a la escuela, el recorrido total, las calles por las que pasas, se refiere a la trayectoria; pero el desplazamiento es la línea recta de tu casa a la escuela, en caso de que pudieras caminar de esta manera. Es importante diferenciarlo porque así puedes describir el movimiento, y de hecho es la base para estudiar la rapidez, la velocidad, la aceleración y la caída libre.

Por su parte, la **rapidez** se **calcula matemáticamente** con la **fórmula**: $r = d/t$. Rapidez es igual a distancia recorrida, entre un tiempo determinado. **Sus unidades** de medida con **m/s**, es decir, metros entre segundo. Es **una cantidad escalar** que solo tiene **magnitud y dirección**.

La **velocidad** se refiere a un lapso de distancia, entre un lapso de tiempo determinado. Se **calcula matemáticamente** con la **fórmula** $v = (df-di) / (tf-ti)$. Velocidad es igual a distancia final menos distancia inicial, entre tiempo final menos tiempo inicial. **Sus unidades** son los **m/s**, metros entre segundo al igual que la rapidez porque son distancias recorridas en tiempos determinados; pero es una **cantidad vectorial**, porque tiene **magnitud, dirección y sentido**.

Por otro lado, la **aceleración** se **calcula matemáticamente** con la fórmula $a = (vf-vi) / (tf-ti)$, es decir, velocidad final, menos velocidad inicial, entre tiempo final menos tiempo inicial. Sus **unidades** son los **m/s²**, metros sobre segundo al cuadrado. Podemos decir que es el cambio de velocidad en un tiempo determinado. De igual manera que la velocidad, es una **cantidad vectorial** que tiene **magnitud, dirección y sentido**.

Estas páginas se las daré de manera general, además de que les pediré que identifiquemos en nuestro libro de texto donde está cada aspecto de todos lo que se les pide de cada uno de estos temas, dejándoles de tarea un resumen de cada uno de ellos. Siendo más específico, deberemos conocer lo siguiente en cuanto a rapidez:

RAPIDEZ

Se refiere a la distancia recorrida en un tiempo determinado. Es una cantidad escalar porque solo se representa la magnitud y sus unidades. La fórmula para representar la rapidez, debe ser $r = d/t$.

La rapidez solo se calcula mediante el desplazamiento en línea recta porque es una distancia y un tiempo determinados.

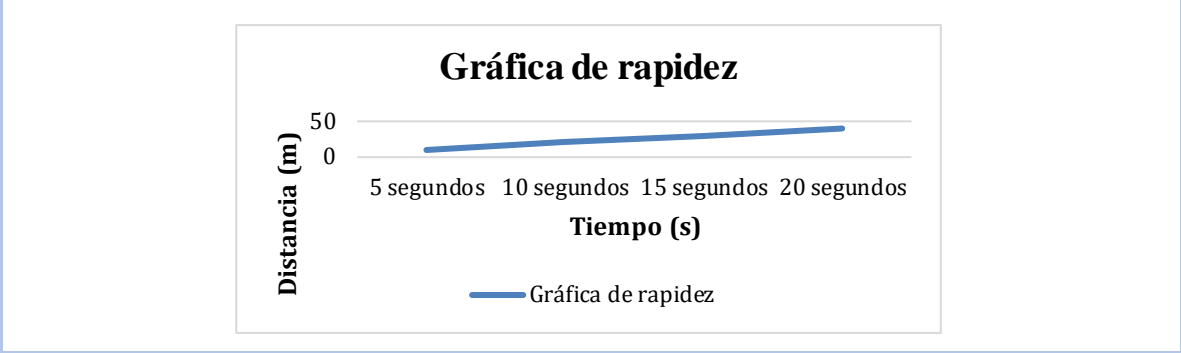
Se puede calcular con la siguiente tabla:

Sistematización matemática de rapidez.				
Datos	Fórmula	Sustitución	Operación	Resultado

Recta de rapidez:



Gráfica de rapidez:



Para la aceleración deberá quedar de la siguiente manera:

VELOCIDAD

Se refiere al lapso de distancias en lapsos de tiempo determinados. Es una cantidad vectorial porque tiene magnitud, dirección y sentido, y sus unidades. La fórmula para representar la velocidad, debe ser $v = (df - di) / (tf - ti)$.

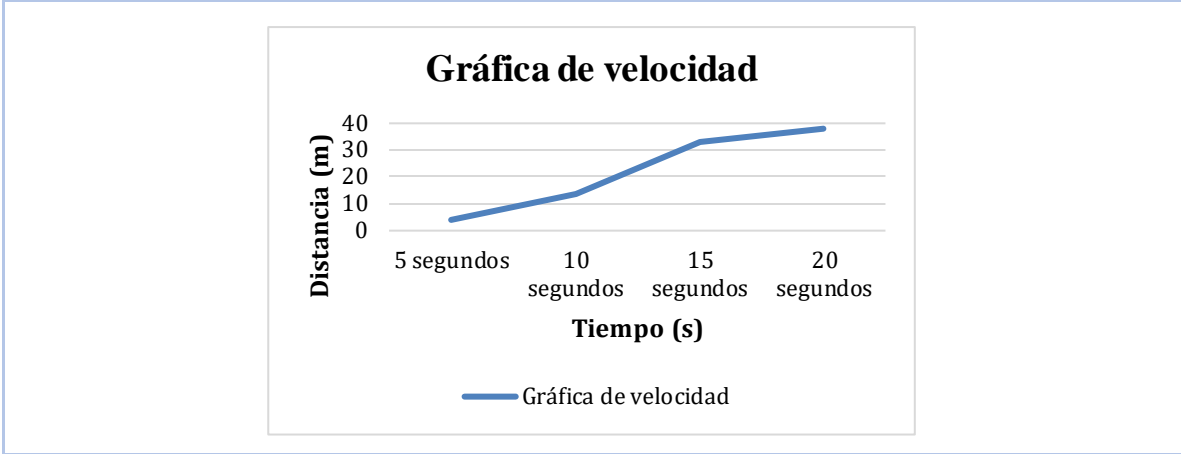
La velocidad se calcula segmentando una recta en partes para calcular en lapsos de distancia, entre lapsos de tiempo, la velocidad de cada parte del objeto en movimiento.

Se puede calcular con la siguiente tabla:

Sistematización matemática de Velocidad.				
Datos	Fórmula	Sustitución	Operación	Resultado
V1 = ¿...?				
V2 = ¿...?				
V3 = ¿...?				

Recta de velocidad:

Gráfica de velocidad:



Y finalmente para aceleración haremos lo siguiente:

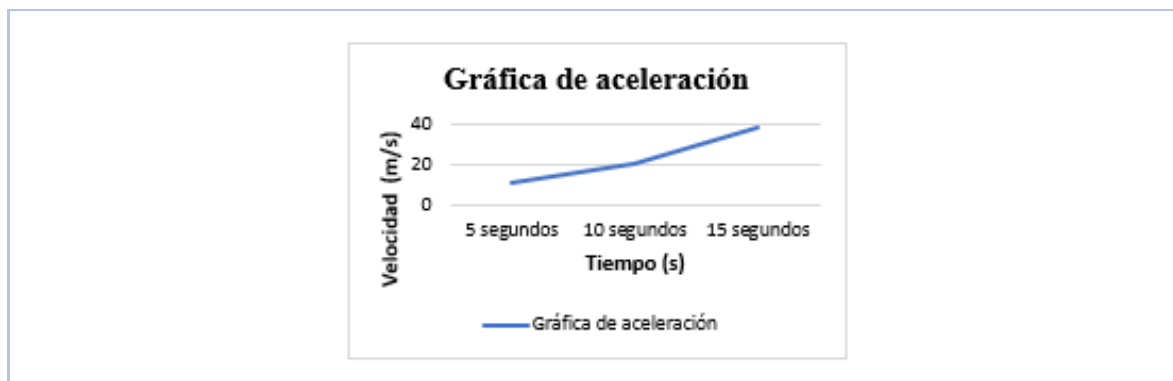
ACELERACIÓN

Se refiere al cambio de velocidad en un lapso de tiempo determinado. La fórmula para representar la aceleración, debe ser $a = (vf - vi) / (tf - ti)$.

La aceleración se calcula una vez que se segmenta en partes y se calcula la velocidad, se saca teniendo en cuenta los lapsos de tiempo y distancia, en resumen, tomando en cuenta lapsos de velocidades determinadas. Se puede calcular con la siguiente tabla:

Sistematización matemática de aceleración.				
Datos	Fórmula	Sustitución	Operación	Resultado
$a = ?$				

Recta de aceleración:



Cuando tengan claro de cada uno de estos conceptos lo que es su definición, fórmula, cantidad, unidades, haremos una pausa para conocer la diferencia entre cada uno de estos conceptos, para lo cual les propondré el siguiente cuadro:

Similitudes y diferencias del movimiento de los objetos					
Subtema	Definición	Fórmula	Unidades	Cantidad	Gráfica
Rapidez					
Velocidad					
Aceleración					
Material para experimentar estos fenómenos.					

Habrà que poner especial énfasis en las gráficas, para que sepan lo que llevan y cómo se resuelven, dejando en claro el título, y también los materiales, desde las fórmulas, explicando que *“Las fórmulas nos dicen lo que tenemos que conseguir, por lo tanto, para este fenómeno, el movimiento, hay aparatos que nos ayudan a medir el tiempo y el espacio”*. Esperaré que los estudiantes me respondan que cronómetro, y cinta de medir.

6. Consolidación: aplicación de los nuevos conceptos

Una vez que los alumnos tienen aprendido en el nivel factual y conceptual, es momento de llevarlo al ámbito procedimental (Zabala, 1998), para poder explicitar los contenidos de manera práctica, desde lo teórico. Para ello, deberemos comenzar con la rapidez, por lo cual les pediré que recuerden los equipos que conformaron, y que así es como realizaremos los experimentos. Les preguntaré, ¿cómo se les ocurre que podemos elaborar el experimento de rapidez? Esperando que vean la recta, que seguramente por el desarrollo de esta instrumentación los estudiantes han olvidado.

Para ello, les comentaré que una recta se llena con algunos datos rescatados de un experimento, por lo tanto, deberemos establecer una fase de experimentación, recopilación y análisis de resultados, con lo cual deberemos tener. Con ello, estableceremos lo siguiente.

Rapidez: definición, fórmula, unidades, cantidad.

Recta:



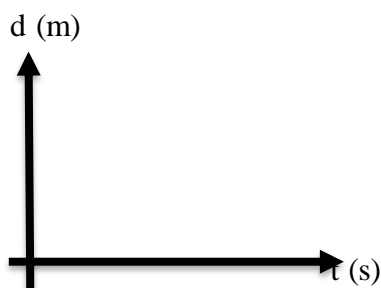
Tabla de datos en equipo:

Nombre	Distancia	Tiempo

Sistematización matemática individual:

Sistematización matemática de rapidez.				
Datos	Fórmula	Sustitución	Operación	Resultado

Gráfica individual de rapidez:



Se hará lo mismo con cada subtema, es decir, de igual manera se hará lo mismo con velocidad y aceleración, con la intención de obtener todos los resultados posibles. Una vez que los terminen los experimentos, habrá que poner especial atención en los estudiantes que se equivocaron en los cálculos por el mal uso de los instrumentos de medición especialmente en la velocidad, que da la aceleración.

Velocidad: definición, fórmula, unidades, cantidad.

Recta:

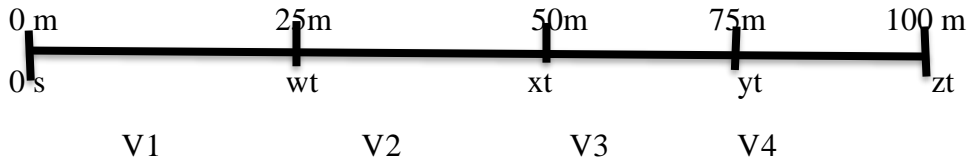


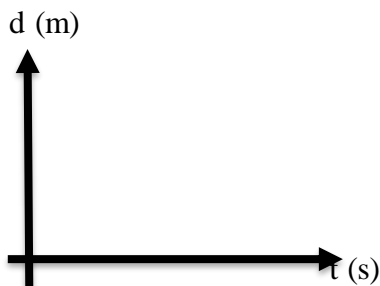
Tabla de datos en equipo:

Nombre	Distancia		Tiempo	
	di	df	ti	tf

Sistematización matemática individual:

Sistematización matemática de rapidez.				
Datos	Fórmula	Sustitución	Operación	Resultado

Gráfica individual de rapidez:



7. Consolidación: transferencia a situaciones nuevas

Toda vez que los alumnos tienen su solución a la situación problemática resuelta, es momento de que recapitulemos lo que se ha hecho, esto ayuda a visualizar un panorama general que nos permite construir una hoja de ruta para aclarar el propósito de lo que se está haciendo para entender la intencionalidad, y saber hacia dónde transitar (Saint-Onge, 2000), por lo tanto les comentaré que *“Bueno, ustedes ya calcularon de forma científica la rapidez, velocidad y aceleración de cada uno de los integrantes de sus equipos y de ustedes mismos, es hora de hacer un alto y poner énfasis en lo que haremos para reconceptualizar el proceso hasta ahora”*. Les preguntaré, ¿cómo

ha sido el proceso para aprender desde que comenzamos este tema? A lo cual los estudiantes deberán centrarse en la libreta desde el comienzo para avanzar.

Con lo cual quedaría la siguiente relación: conocer el tema: analizarlo; conocer nuestras ideas previas; analizarlas; conocer la situación problema: analizarla; elaborar equipos y un plan de acción: para organizarnos; investigar: resolver la situación problema; experimentación: resolver la situación problema. Con lo anterior en el pizarrón, les pediré que lo pasen para que tengan claridad en el proceso que llevamos, para esto, les pediré que subrayemos con marcatextos lo que ya tenemos realizado de la situación problema para que se vea el grado de avance de lo realizado para generar una relación T-P de vinculación.

Una vez lo anterior, les pediré que veamos entonces lo que nos falta, es decir, lo que nos pide la situación problema desde su análisis, ya que en esta, también subrayaremos lo que ya tenemos y lo que no. Para concluir que nos falta “**Presentar los resultados a la comunidad escolar**”. Entonces, distribuiremos el trabajo, recordando los equipos: investigación, líder, matemáticas e investigación. Se les pedirá a cada equipo que pasen los resultados de sus integrantes del equipo en computadora, y una vez que los tengan, todos deberemos crear un archivo de Drive donde podemos tener acceso a la información pertinente, desde un correo electrónico, puesto que el uso de las tecnologías de la información y comunicación es indispensable para trabajar con los estudiantes (Cabrero, 2017). Así, veremos a cada comisión qué le toca integrar en la presentación.

Matemáticos: sistematizaciones matemáticas, gráficas de todos los integrantes.

Investigadores: definición, fórmula, cantidad, unidades, situación problema, plan de acción, comisiones, temas.

Presentación: tablas de datos, rectas.

Líder: ortografía, diseño y acomodo, interacción en la presentación.

Teniendo en cuenta lo anterior, en la presentación se les revisará lo siguiente:

-Que conceptualmente todo cuadre.

-Que los cálculos sean correctos.

-Que la presentación tenga inicio, desarrollo y conclusión.

-Fondo y forma; limpieza, acomodo, organización y distribución del contenido.

Para llevar a cabo la presentación, finalmente les comentaré a los estudiantes que deberá realizarse en la casa de la cultura, para establecer una relación E-S de proyección. Es importante recalcar que deberemos extender invitaciones al gobierno municipal, así como a invitar a toda la comunidad escolar, de igual manera a sus papás, gestionando exista un coffe brake, con la intención de que sea ameno. En dicha presentación habrá que dejar en claro cómo fue la construcción de la ciencia con el proceso metodológico del cambio conceptual.

El día del evento los estudiantes deberán portar el uniforme oficial quienes vayan a presentar, y de igual manera asistir todos los alumnos que resolvieron la situación problema. Llevaré un registro de lo que estarán haciendo los alumnos y como es que realizan su presentación a partir de lo visto en clase, además de que deberá hacer un espacio para alguna serie de preguntas y dudas, y devolución por parte de los participantes y las personas que están en el público. Será importante transmitir la sesión por las páginas de las escuelas, para que sea tomado en cuenta y exista una proyección en la institución, además de recordar los beneficios tecnológicos e informáticos que tiene hacerlo de esta manera.

8. Revisión del cambio en las ideas previas a ideas científicas

Una vez de regreso al aula, se les preguntará a los alumnos cómo se sintieron después de este proceso, para lo cual anotaré las ideas que tienen en el pizarrón, y las inquietudes que tuvieron a lo largo de la presentación. Se les comentará ***“Bueno, eso es parte de poder crecer, y al construir ciencia de la manera en que lo hacen, seguramente les irá excelente no solo en el siguiente tema, sino en la vida por la manera en la que ven ahora la construcción de la ciencia”***. Con lo cual se espera construir una relación M-A de confianza.

Pasando a la etapa final, es preciso recalcar que revisar cómo han cambiado las ideas previas a científicas es importante porque les aclara a los alumnos las formas en que han consolidado el contenido, para ello, deberán realizar el siguiente cuadro, que se los llevaré impreso y deberán recortar y pegar en su libreta.

Balance de mis ideas científicas del movimiento		
Subtema.	Mis ideas previas. ¿Cómo eran mis ideas previas?	Mis ideas científicas del movimiento. ¿Cómo son ahora mis ideas científicas?
Movimiento.		
Trayectoria y desplazamiento.		
Rapidez.		
Velocidad.		
Aceleración.		

Finalmente, se socializarán sus ideas, para conocer ahora lo que piensan sobre el movimiento. Con lo anterior, se les pedirá que contesten de manera general: ¿Cómo han cambiado mis ideas previas? Que deberán centrarse en comparar en cada tema lo que pensaban antes con lo que piensan ahora. Una vez que lo tengan, leerán uno a uno las conclusiones a las que han llegado, y se les retroalimentará para decirles en que está bien, y qué les faltó.

Evaluación.

Por último, se les dará la siguiente rúbrica de evaluación con la intención de que la contesten, y la peguen en su libreta. Cabe aclarar que a lo largo del proceso realizaré registros anecdóticos, listas de cotejo, autorregistro, y guías de observación. Se deberá consultar el siguiente Drive para ir conociendo cómo es que se han realizado las evaluaciones correspondientes a los estudiantes en cada apartado metodológico de esta instrumentación, recordando siempre la importancia de la evaluación (SEP, 2011, 2017, 2022): https://docs.google.com/document/d/1FsYWFWvLD9xtyNIpstQt9_bO3JLSKZH82cKBYsUhuKl/edit?usp=sharing

Rúbrica de evaluación						
Escuela Secundaria: _____						
Temas:						
Subtemas:						
Profesor: _____						
No.	Indicador	Excelente (10)	Muy Bueno (9)	Bueno (8)	Regular (7)	Suficiente (6)
1	La situación problemática que se le presentó, la analizó de tal manera					

	que la comprendieron desde un principio sabiendo qué les pedía y cómo la tenían que resolver.					
2	La estrategia que elaboró para resolver la situación problema junto con su equipo fue adecuada, así como el plan de acción que creó.					
3	Investigó de manera adecuada los conceptos de rapidez y velocidad, así como su diferencia. Ahora sabe su definición e identificar sus partes.					
4	Sabe lo que es la trayectoria y el desplazamiento de los objetos, así como explicar de manera científica por qué algo se mueve.					
5	Elaboró tablas de datos de posición y tiempo con datos elaborados desde experimentos con ayuda de herramientas tecnológicas.					
6	Construyó problemas matemáticos a partir de datos experimentales, utilizando las fórmulas matemáticas para resolverlos y conocer la rapidez y velocidad de sus compañeros.					
7	Elaboró gráficas de posición-tiempo, rapidez – tiempo y velocidad – tiempo.					
8	Interpretó las gráficas dando una explicación clara de cómo está constituida y qué es lo que representa.					
9	Mandó a tiempo e correo de buena forma.					
10	En el correo da explicaciones claras respecto de por qué el corredor de su equipo es el que debe representar en la Olimpiadas a la Escuela Secundaria.					

Anexo 2. Instrumentación didáctica: fuerza y movimiento del SARS-COV-2

Instrumentación Didáctica

Profesor: Iván M. A. Mayorga.

Asignatura: Ciencias y Tecnología II, Física.

Eje: Pensamiento crítico.

El pensamiento crítico formado motiva a las y los estudiantes a realizar un juicio sobre su realidad y ponerla ante el tribunal de la crítica y la argumentación. También implica que los alumnos sean capaces de examinar la realidad circundante desde una perspectiva que cuestiona los valores éticos que le dan sentido al mundo.

DISCIPLINA- CONTENIDO	PROCESO DE DESARROLLO DE APRENDIZAJE (PDA)
El pensamiento científico, una forma de plantear y solucionar problemas y su incidencia en la transformación de la sociedad.	(1) Describe problemas comunes de la vida cotidiana explicando cómo se procede para buscarles solución, conoce y caracteriza el pensamiento científico para plantearse y resolver problemas en la escuela y su cotidianidad. (2) Indaga en diferentes fuentes de consulta las aportaciones de mujeres y hombres en el desarrollo de la Física y su contribución al conocimiento científico y tecnológico a nivel nacional e internacional para valorar su influencia en la sociedad actual.
Unidades y medidas utilizados en Física.	(1) Identifica las unidades de medición que se ocupan en su entorno escolar, familiar y en su comunidad. (2) Identifica cuáles son, cómo se definen y cuál es la simbología de las unidades básicas y derivadas del Sistema Internacional de Unidades. (3) Conoce los instrumentos de medición y realiza conversiones con los múltiplos y submúltiplos al referirse a una magnitud.
Interacciones en fenómenos relacionados con la fuerza y el movimiento.	(1) Experimenta e interpreta las interacciones de la fuerza y el movimiento, relacionados con las Leyes de Newton para explicar actividades cotidianas. (2) Identifica los elementos y los diferentes tipos de movimiento relacionados con la velocidad y aceleración y realiza experimentos sencillos. (3) Identifica y describe la presencia de fuerzas en interacciones cotidianas (fricción, fuerzas en equilibrio).

Propósito:

Valoren la ciencia como una manera de buscar explicaciones, en estrecha relación con el desarrollo tecnológico y como resultado de un proceso histórico, cultural y social en constante transformación.

Conceptos:

a) Pensamiento científico. b) Conocimiento científico y tecnológico. c) Unidades de medición. d) Sistema Internacional de Unidades. e) Conversión de unidades. f) Movimiento. g) Fuerza. h) Velocidad. i) Aceleración. j) Fricción. K) Fuerzas en equilibrio.

Habilidades:

a) Búsqueda, selección y comunicación de información. b) Uso y construcción de modelos. c) Formulación de preguntas e hipótesis. d) Análisis e interpretación de datos. e) Observación, medición y registro. f) Comparación, contrastación y clasificación. g) Establecimiento de relaciones entre datos, causa, efectos y variables. h) Elaboraciones de inferencias, deducciones, predicciones y conclusiones. i) Diseño experimental, planeación, desarrollo. j) Identificación de problemas y distintas alternativas para su solución. k) Manejo de materiales y realización de montajes.

Actitudes y valores:

a) Curiosidad e interés por conocer y explicar el mundo. b) Apertura a nuevas ideas y aplicación del escepticismo informado. c) Honestidad al manejar y comunicar información respecto de fenómenos y procesos naturales estudiados. d) Disposición para el trabajo colaborativo. e) Responsabilidad y compromiso. f) Capacidad de acción y participación. g) Reconocimiento de la ciencia y la tecnología como actividades de construcción colectiva. h) Reconocimiento de la búsqueda constante de mejores explicaciones y soluciones, así como de sus alcances y limitaciones. i) Reconocimiento de que la ciencia y la tecnología aplican diversas formas de proceder.

Orientaciones didácticas:

*Trascender de enseñar a resolver problemas, a resolver problemas para aprender. Es indispensable centrarse más en las formas de solución, que en el planteamiento del problema.

*Elegir problemas abiertos, de amplio componente cualitativo, con implicaciones sociales, propios del contexto local, analizables desde diversos puntos de vista. La búsqueda de opciones de solución pretende propiciar saberes funcionales para la vida y suponer bases para nuevos aprendizajes.

*Promover la comunicación. Durante el proceso de búsqueda de respuestas a preguntas relevantes o auténticas, los alumnos deben hacer un uso extenso y versátil del discurso oral, escrito y gráfico. El intercambio de ideas permite contrastarlas, regularlas y reestructurarlas.

*Alternar y complementar el trabajo individual y grupal. Se requieren tiempos de reflexión personal y organización de las ideas, para después compartir y discutir con otros, y a partir de ello reformular o bien fortalecer los argumentos. El trabajo individual es fundamental para que cada alumno construya y valore su propio conocimiento. El trabajo grupal se basa en los requerimientos que tienen los niños para aprender y valorar el aprendizaje colaborativo.

*Construir progresiones de aprendizaje. Propiciar reorganizaciones sucesivas en las cuales las ideas se van complejizando y a la vez se fortalecen procesos y actitudes en la solución de problemas, mediante actividades que permitan a los estudiantes explicar un fenómeno o concepto con sus propias palabras; ejemplificar la aplicación de los principios, usar modelos y analogías, elaborar redes conceptuales, entre otras.

*Dar espacio y tiempo suficiente al desarrollo de procesos cognitivos de alta complejidad, como inferir, deducir, explicar, argumentar, formular hipótesis y mostrar evidencias. Es necesario abandonar la idea de la ciencia como actividad en la cual se sigue una sola línea de acción, por lo común inductiva de generalización, pues tras la experimentación, además de obtener conclusiones se generan nuevas preguntas. Los experimentos, actividades prácticas y actividades de exploración en la naturaleza favorecen la construcción de explicaciones y durante el proceso de comunicación se propicia la incorporación de nuevas ideas.

*Hacer patente la naturaleza de la ciencia como un proceso social dinámico, con alcances y limitaciones, en constante actualización e interacción permanente con la tecnología, a partir de debates, argumentaciones, reflexiones y el análisis de algunos acontecimientos históricos en contraste con los actuales y la permanente aplicación del escepticismo informado.

*Considerar las inquietudes estudiantiles manifiestas durante el desarrollo de las actividades como fuente de temas de interés para el desarrollo de proyectos.

*Disponer de todos los recursos y materiales didácticos disponibles, como el propio cuerpo humano, el entorno escolar, los libros de las Bibliotecas escolar y de aula, videos, fotografías, imágenes, notas de periódico, revistas de divulgación científica, mapas, gráficas, tablas, interactivos, simuladores, páginas electrónicas de instituciones públicas, entre otros, con diferentes fines didácticos.

Situación problema:

Derivado de la pandemia del Covid-19, el Departamento de Virología del InDRE del Gob. Mex., pretende investigar el desplazamiento y la trayectoria con la que llegó el virus a México; además de la fuerza, la fuerza resultante, y la fuerza de atracción gravitacional del virus con las personas

que están cerca; sustentando el trabajo en las leyes del movimiento. Se sugiere apoyarse de un plan de acción para organizar el trabajo, así como la creación de roles y comisiones, para finalmente presentarlo a la comunidad escolar.

Acciones no educativas a intervenir:

a) La construcción de aprendizaje significativo, desde la solución de situaciones problema con énfasis en el conflicto cognitivo haciendo uso de la metodología de cambio conceptual para el aprendizaje de las ciencias.

Fundamentos de las acciones de enseñanza y aprendizaje:

a) Las ideas previas de los alumnos son fundamentales para el aprendizaje de las ciencias, pues es a partir de los esquemas mentales del educando donde parte la reconstrucción para generar aprendizajes significativos. (Nieda y Macedo, 1998; Zavala y Arnau, 2007; Astolfí, 2002; Pozo, 1988; y Aramburú, 2002).

b) Vincular las ideas previas que tengan los estudiantes con el nuevo contenido, desde situaciones contextualizadas permite a los estudiantes crear un puente cognitivo que los llevaría a la mejora de los aprendizajes, siendo éstos, significativos (Ausubel, 1968; Vygotsky, 1976; Díaz, 2007; Pozo 1998).

c) Plantear verdaderos conflictos cognitivos a los estudiantes les ayuda a que ocurra potencialmente el aprendizaje de los alumnos y que sepan resolver problemas apropiándose de los conocimientos que ya poseen. El aprendizaje significativo y la solución de problemáticas se da mediante el desarrollo de competencias (Nieda y Macedo, 1998; Zavala y Arnau, 2007; Pozo, 1988; Perrenoud, 1997; Saint-Onge, 2000).

d) El cambio conceptual funciona como una metodología de aprendizaje en las ciencias que busca la construcción de conocimiento a partir de la modificación de las representaciones previas de los estudiantes hacia estados científicos (Pozo 2007).

Relaciones pedagógicas en mi práctica docente:

a) Maestro – Alumno: La relación será dialógica y de confianza entre docentes y estudiantes con un clima agradable en donde todas las participaciones son válidas y tomadas en cuenta. No hay

alumnos mejores que otros; se entenderá el proceso de desarrollo en el cual se encuentra cada estudiante y se le incluirá a partir de dónde se ubique. Todos deberán participar activamente.

b) Contenido – Método: El contenido se entenderá de manera longitudinal y flexible. Primero porque comprendemos que no es algo acabado y que está en constante modificación y segundo porque no es algo cuadrado, sino más bien el conocimiento es reconstruido y con movilidad en todo momento. Las metodologías serán pues el trabajo por situaciones didácticas, utilizando las teorías psicológicas de Ausubel, Piaget y Vygotsky, en tanto desarrollo cognitivo, del alumno y del contenido.

c) Sujeto – Conocimiento: Los alumnos podrán diseñar sus propias estrategias para resolver la situación problema. Ellos tendrán la libertad de consultar diversas fuentes de información y en ningún momento se les dictará. Además, podrán proponer la manera en la que pueden dar a conocer sus resultados de la manera en que deseen, así mismo para la organización. Puede medirse el conocimiento de mejor manera si quiere el alumno.

d) Teoría – Práctica: Se irán consolidando los aprendizajes en la medida que los estudiantes vayan construyendo desde la práctica, hacia la teoría, donde los experimentos para vivir los fenómenos físicos son primordiales en la construcción de conocimiento científico. Primero será la práctica y a partir de estas, junto con sus ideas previas, se revisará la teoría para llegar a conocimientos concretos que los lleven al desarrollo de competencias.

e) Escuela – Sociedad: Se verá como los estudiantes usan su conocimiento para un uso sociocultural. Además de que ayudarán a otros que no conocen del tema a conceptualizar la metodología, así como la manera de hacer ciencia desde el enfoque socio – crítico y socio – cultural. Es necesario tomar en cuenta el enfoque comunitario del plan de estudios que se tiene actualmente en la nueva escuela mexicana.

Metodología: Cambio Conceptual. La metodología del cambio conceptual busca conocer las ideas previas de los estudiantes para modificarlas hacia un cambio representacional en la medida que deja las ideas erróneas para transformarlas a ideas científicas que los ayuden a explicarse el mundo en el que viven y transformarlo.

1. Orientación y contextualización del aprendizaje.
2. Identificación y explicitación de las ideas previas.
3. Desequilibrio y contrastación de las ideas previas: clarificación e intercambio de las ideas erróneas.
4. Exposición a situaciones de conflicto.
5. Interpretación y resolución del problema: investigación, experimentación, matematización.
6. Consolidación. Aplicación de los nuevos conceptos.
7. Consolidación. Transferencia a situaciones nuevas.
8. Revisión del cambio en las ideas previas a ideas científicas.

Evaluación

Técnica	Instrumento	Contenido	Tipo
Observación	Registro anecdótico	Procedimental	Formativa
Desempeño de los alumnos	Preguntas sobre el procedimiento	Conceptual	Diagnóstica – inicial
Análisis del desempeño	Rúbrica de evaluación	Conceptual y procedimental	Nomotética – criterial. Formativa
Interrogatorio	Pruebas escritas	Factual, conceptual y procedimental	Sumativa – final – normotipo, hetero

1. Orientación y contextualización del aprendizaje

Se llegará al aula saludando a los estudiantes esperando me respondan los buenos días y les comentaré que **“Pues bien, ahora que hemos visto la evaluación, el acuerdo de convivencia, y la concepción que tienen de ciencia y tecnología, ahora es momento de comenzar a cambiar esas ideas erróneas que tienen sobre la ciencia”**. Esto se dirá como una medida de orientar el aprendizaje para marcar el propósito de las actividades, lo cual es adecuado para favorecer la construcción inicial de conocimiento. Enseguida se les presentará la hoja del anexo 1, donde vienen los contenidos y el proceso de desarrollo de aprendizaje que será presentado como tema y aprendizajes esperados para que los alumnos los comprendan.

Una vez esto, se leerán en orden, comentándoles que es necesario que vayan pensando en qué creen que verán o lo que ellos se imaginan de lo que tratan los temas para que vayan pensando lo que estaremos trabajando, con la intención de generar una relación S-C de análisis. Los temas para el primer trimestre son los siguientes:

*El pensamiento científico, una forma de plantear y solucionar problemas y su incidencia en la transformación de la sociedad.

*Unidades y medidas utilizados en Física.

*Interacciones en fenómenos relacionados con la fuerza y el movimiento.

Es importante presentarles los temas, así como un panorama general de los mismos para que orienten el aprendizaje y conozcan durante los tres meses siguientes los aspectos que deben aprender (Astolfí, 1998). Del primer tema se destacará la importancia de un pensamiento científico para poder conocer por qué sentimos frío o calor, por qué podemos ver o escuchar, de qué manera podemos llegar al espacio, cómo podemos comunicarnos por teléfono, entre otros aspectos de la vida cotidiana.

Será necesario orientar para que se conozca la importancia que tiene plantear problemas, donde quizá es más importante que la solución de los mismos porque centra la mirada en aspectos específicos que ayudan a solucionar de mejor manera la problemática de la cual se quiere solucionar. Además de que una vez planteados es necesario resolverlos y siempre aplicarnos en la vida cotidiana puesto que de otra manera no tendrían sentido. Por su parte, en el segundo tema, una

vez que se lean, se les preguntará a los estudiantes por algunas unidades de medidas que conocen con la pregunta ¿qué unidades de medida conocen? ¿qué se puede medir? Esperando que me respondan los kilogramos como unidad del peso, y los segundos como unidad del tiempo.

Se destacará qué pasa si pretendemos convertir de algo más grande a algo más pequeño y viceversa. Primero se verán las que utilizamos en nuestro entorno, enseguida se destacarán los conceptos, así como sus abreviaciones, unidades de medida y conversiones, donde finalmente se pretende ver la manera en que se miden con instrumentos de medida, así como saber dónde se aplican y en qué condiciones. Finalmente, para el tercer tema se destacará la importancia de aplicar el pensamiento científico y las unidades de medida para comprender la fuerza y el movimiento. Así que el primer aprendizaje esperado del tercer tema trata de comprender de manera general la fuerza y el movimiento, el segundo de aplicar el movimiento en pequeños experimentos donde se conozca la velocidad y la aceleración; y finalmente la fuerza con relación a la fricción y el equilibrio.

En conclusión, esto permite orientar y contextualizar el aprendizaje para que los alumnos tengan claridad en lo que aprenderán, por tanto, deberán pegar la hoja de temas y aprendizajes esperados después de leerla en su libreta. Con ello, se espera formar una relación S-C de internalización factual con la intención de que pretendan los alumnos abonar en la claridad de lo que tratará el trimestre. Una vez lo anterior, se les pedirá a los alumnos que anoten en su libreta el título “Análisis del tema y aprendizaje esperado”, con la intención de comenzar a analizarlos.

Se les comentará a los alumnos “*Bien, pues esos fueron los temas con sus aprendizajes esperados, ahora la intención es que los analicemos para tener más claridad. Pero, cuando escuchan la palabra análisis, ¿qué les viene a la mente?*” Esperaré que los alumnos me respondan que reflexionar sobre algo, entenderlo mejor, algo que ayuda a tener mejores ideas sobre los temas. Con esas ideas, la intención será anotarlas, orientándolas a la noción de que un análisis ayuda a eso pero es mucho más que eso, por tanto preguntaré ¿Dónde han visto que se utiliza la palabra análisis? Esperando hacer alusión al análisis de sangre o cuando queremos analizar el cuerpo humano para poner el ejemplo de que se debe descomponer o fragmentar en sus partes para entenderlo, pretendiendo que comprendan que analizar es fragmentar o dividir para entenderlo mejor.

Con esas ideas, será necesario comentarles “*Entonces, ya que tienen la idea de que analizar es dividir en cada una de sus partes para entenderlo, ¿cómo se les ocurre que puedan dividir los*

temas y aprendizajes esperados con la intención de poder analizarlo?” Se pretende llegar a la conclusión de que hay que leerlo nuevamente y eso se puede transformar a un mapa conceptual, cuadro sinóptico, dibujo, o con preguntas, aunque si los alumnos dan más ideas será necesario anotarlas. Cuando los alumnos hagan eso me enfocaré en:

- * Que incluyan los temas y subtemas apropiadamente.
- * Que reflexionen mientras están realizando el análisis.
- * En la explicación final que expongan para dar a conocer lo que van a resolver.
- * Que reflexionen en torno a qué van a aprender, cómo lo aprenderán y para qué les servirá aprenderlo.

Para esto les comentaré que *“Deben concebirse como un colectivo de científicos investigadores de la fuerza y el movimiento, que para llegar a esas conclusiones deben necesariamente utilizar las unidades de medida adecuadas con un pensamiento científico que les permita conocer los problemas relacionados a esos temas para que puedan solucionarlos y aplicarlos en la vida”*. Finalmente los felicitaré después de que terminen, con la intención de generar una relación M-A de confianza.

2. Identificación y explicitación de las ideas previas

Las ideas previas son importantes porque permiten al profesor orientar la enseñanza y el aprendizaje de los alumnos, además de que los estudiantes se dan cuenta de lo que conocen como una medida de comenzar a modificar lo que saben (Monereo, 1998; Carretero, 1999); sin embargo, están tan arraigadas y tienen una explicación plausible en el mundo de los alumnos durante su cotidianidad, que es difícil llegar a ese cambio conceptual (Pozo y Flores, 2007; Pozo, 2002). Pero es necesario tomarle importancia a su rescate como una medida de dar a conocer lo que los estudiantes saben.

Por tanto, para comenzar a consolidar la fase de cambio conceptual de ideas previas, se dividirán los resultados en tres apartados: pensamiento científico, unidades y medidas utilizados en la física, y fuerza y movimiento. Por lo cual se rescatarán las ideas previas primero de lo que los alumnos entienden del pensamiento científico. Para ello, será necesario dividir el salón en equipos con la

dinámica de conjuntos, para eso, los estudiantes se deberán parar, y con yo iré diciendo números al azar y así es como quedarán los equipos, puesto que la intención no es dejarlos equilibrados, sino una dinámica de integración donde puedan acomodarse para dar solución a lo que se les planteará para conocer sus ideas previas.

Posteriormente, el pizarrón se dividirá en tres partes comentándoles a los estudiantes que ***“Bueno, ahora que están divididos en equipos, así quedarán. No importa si con quien estés, puesto que solo es para hacer esta actividad. Miren, habrá un punto extra al final del trimestre para cada equipo que gane uno de estos tres retos, por tanto, lean las siguientes instrucciones, después de escucharme”***. Las instrucciones son importantes porque permiten a los estudiantes orientar las acciones que harán para lograr el aprendizaje que se pretende de los alumnos (SEP, 2002).

Les platicaré lo siguiente: **“Bueno, vamos a hacer lo siguiente hay dos pueblos en Jerez, la Ermita que produce duraznos y Ciénega que produce manzanas. Para crecer un poco más, ambos quieren que les compartan sus conocimientos para poder sembrar más y tener más dinero para mejorar sus comunidades. Pero nadie quiere compartir sus conocimientos; por tanto, crean algunos espías que pretenden entender cómo pueden cosechar. Para este caso, cuál método científico que deberán seguir los espías para descubrir cómo cosechar tanto duraznos como manzanas, es decir, qué pasos tiene ese método y en qué consiste”**. La pregunta a explicitar es ¿Cuáles son los pasos del método científico que debe seguir alguien si pretende saber algo que desconoce y le llama la atención porque es un problema?

Método científico	
Pasos del método científico	En qué consisten
1...	

- Recordar la importancia del pensamiento científico y el cotidiano, para darles una introducción a lo que los estudiantes deberían saber.

Deberá estar la pregunta escrita en el pizarrón mientras se les da esta hoja a los estudiantes para que la completen y puedan poner los pasos de lo que ellos creen que sería el método científico para poder conocer la respuesta sobre algo que les interese.

Para este punto es necesario que se expliciten las imágenes del anexo 3, donde se deja claro de manera representativa lo que se quiere explicar con la intención de que a la imaginación también

existan representaciones potentes que permitan a los estudiantes comprender de mejor manera lo que se les está diciendo. Así, cada equipo dará su solución científica de cómo pueden hacer para saber cómo sembrar y cosechar manzanas y duraznos.

Una vez que tengamos lo anterior, seguirá la historia donde se les contará que, como no pudieron llegar a un acuerdo entonces ambos encargados de cada rancho pretenden hacer un intercambio de todo lo que vende uno y otro, tanto de manzanas y duraznos, como de miel, aceite y pulque, además de velas, focos y lámparas; y de productos de limpieza que fabrican artesanalmente. Por tanto, se debe establecer las medidas adecuadas para que nadie robe a nadie y todo sea exacto. Además, deben establecer acuerdos para llegar a la misma hora para los intercambios, así como instrucciones de su producto para almacenar en cuando a temperatura. Para esto, la pregunta será ¿Cuáles son las unidades de medida que se deberán establecer para el intercambio comercial?

Unidades de Medida para equivalencias			
Unidad de medida	Abreviación	Conversiones que tiene	En qué consiste o para qué sirve

Será importante destacar que los estudiantes deberán completar este cuadro con la intención de poner las unidades de medida que existen, las que ellos conocen, así como sus abreviaciones y sus conversiones. Una vez lo anterior, se pasará a relatar la historia en la que los comerciantes pretenden establecer que las estregas para que no se dañen los productos con base a medidas de la fuerza y el movimiento, por tanto quieren saber los camiones de entrega con cuánta fuerza y movimiento deben ir para que no se les dañe el producto. Por tanto, se les presentará el siguiente cuadro:

Fuerza y movimiento para entregar los productos			
Movimiento			
Velocidad para que no se dañen los productos	Fórmula para saber la velocidad a la que van los camiones	Unidades en que pueden medir la velocidad	Cómo definen la velocidad
Aceleración para que no se dañen los productos	Fórmula para saber la aceleración a la que va el camión	Unidades en que pueden medir la aceleración	Cómo definen la aceleración
Fuerza			
Fuerzas de fricción		Fuerzas en equilibrio	

Fuerza con la que deben bajar las cajas para que no se dañen		Fuerza con la que se debe amarrar las cajas del camión al transportarlas	
Cuál es la carretera más óptima para desgastar menos las llantas según la fricción		Cuál es la fórmula para poder medir la fuerza y saber con exactitud cuando están en equilibrio	
Cómo se define la fuerza de fricción con tus palabras		Cómo se definen las fuerzas en equilibrio	

Con esto se espera conocer las ideas previas que los alumnos poseen respecto del pensamiento científico, las unidades de medida y la fuerza y la aceleración. Lo que se les narrará a los alumnos estará en el anexo 4 donde se deja ver el planteamiento del problema para conocer sus ideas previas de los estudiantes. Necesario recordar que cada alumno en equipo deberá socializar lo que respondieron entre todos.

3. Desequilibrio y contrastación de las ideas previas: clarificación e intercambio de las ideas erróneas.

Posteriormente, cuando todos los alumnos estén sentados, se les darán los cuadros con la información correcta, la cual es la siguiente:

Método científico		
Pasos del método científico	En qué consisten	Cuáles son sus características
1. Observación.	Identificación de la problemática.	Planteamiento de una problemática.
2. Formulación de la hipótesis.	Hacer suposiciones verosímiles y contrastables para dar solución a la problemática.	Formulación de hipótesis.
3. Experimentación-control de variables.	Diseñar experimentos para confirmar o descartar buscando relaciones entre ellas y controlando variables que puedan influir.	Diseño de experimentos o investigaciones en fuentes confiables para la comprobación de las hipótesis.
4. Conclusiones.	Obtener conclusiones a partir de hipótesis confirmadas.	Si la hipótesis es comprobada se establecen leyes y teorías, sino se reformula la hipótesis.

Con esto, se pasará a darles una hoja con las unidades de medida para contrastar las que han puesto y las que en realidad son:

Unidades de Medida para equivalencias			
Unidad de medida	Abreviación	Conversiones que tiene	En qué consiste o para qué sirve
Kilogramo	Kg	mg – cg – g - Kg – q – Ton	Unidad de medida de la masa, es decir, cantidad de materia de un cuerpo.
Metro	M	mm – cm – dm – m – dam – hm – Km	Unidad de medida de la longitud que sirve para medir las distancias.
Segundo	S	ms – cs – ds – s - min – hra – día... etc	Unidad de medida del tiempo para la organización de la vida, y otras.
Amperio	A	Unidad de medida de la corriente eléctrica, es decir, mide la electricidad al pasar por un material conductor.	
Kelvin	K	Unidad de medida de la temperatura, K \square Kelvin, unidad absoluta de medida.	
Mol	mol	Es la unidad de medida de la cantidad de sustancia, es decir, cuántas moléculas existen en una cantidad determinada de materia.	
Candela	cd	Unidad de medida de la intensidad luminosa, es decir la potencia de la longitud de onda de una fuente lumínica.	

Con lo anterior, se les propondrá un ejemplo del movimiento y la fuerza para culminar con la contrastación de las ideas previas:

Fuerza y movimiento para entregar los productos			
Movimiento			
Velocidad para que no se dañen los productos	Fórmula para saber la velocidad a la que van los camiones	Unidades en que pueden medir la velocidad	Cómo definen la velocidad
90 Km / hra o lo que es lo mismo 25 m/s.	$v = [(df - di) / (tf - ti)]$	m/s Km/ hra	Distancia recorrida en el tiempo.
Aceleración para que no se dañen los productos	Fórmula para saber la aceleración a la que va el camión	Unidades en que pueden medir la aceleración	Cómo definen la aceleración
2 Km/hra ² o lo que es lo mismo 0.5 m/s ² .	$a = [(vf - vi) / (tf - ti)]$	m/s ² Km/ hra ²	Cambio de velocidad en el tiempo.
Fuerza			
Fuerzas de fricción		Fuerzas en equilibrio	
Fuerza con la que deben bajar las cajas para que no se dañen	30 Kg*m/s ² o lo que es lo mismo decir que 30 Newton que se puede abreviar 30 N.	Fuerza con la que se debe amarrar las cajas del camión al transportarlas	La fuerza de amarre de las cajas debe ser igual en todos los puntos para que sea 0 Newton.

Cuál es la carretera más óptima para desgastar menos las llantas según la fricción	La que se oponga menos al movimiento del camión cuando avanza, como $F_r = \mu N$.	Cuál es la fórmula para poder medir la fuerza y saber con exactitud cuando están en equilibrio	Desde la segunda Ley de Newton es $F = m \cdot a$ Significa que la fuerza es igual a la masa por aceleración.
Cómo se define la fuerza de fricción con tus palabras	Fuerzas que se oponen al movimiento y se presenta en la superficie de contacto entre dos objetos.	Cómo se definen las fuerzas en equilibrio	Un cuerpo sometido a un sistema de fuerzas, donde la resultante de todas las fuerzas da como resultado 0 Newton.

Una vez que se les entreguen estas hojas, será necesario que los alumnos conozcan las ideas previas que tienen bien y las que tienen mal o que son erróneas conforme a la ciencia, puesto que eso da una motivación para querer aprender en la medida que los alumnos se dan cuenta de lo que no saben. Para esto se hace un ejercicio donde los alumnos subrayan con rojo lo que tienen mal, y con azul lo que tienen bien. Es un ejercicio visual que se puede cuantificar y finalmente cualificar y los alumnos se dan cuenta en qué porcentaje, pero también en qué aspectos deben aprender de acuerdo a los temas. Por lo tanto, se les comentará lo siguiente: **“De acuerdo a lo que acaban de contestar, vamos a ir leyendo lo que debimos de haber contestado, y si se parece, es decir, que está bien según las ideas científicas, vamos a colorear el recuadro de azul, y si está mal o no es adecuado porque no se parece, lo vamos a colorear de rojo”**. Para el primer recuadro son 12 de azul que sería el 100%. Para el segundo recuadro son 24 de azul lo que representa el 100%; y finalmente para el último recuadro son 14 las que estarían bien.

Finalmente, se les dirá: **“Habrá que ver cuántos recuadros en rojo y azul tienen, porque para el primero son 12, el segundo son 12 y el último 14. Cabe aclarar que en estos recuadros no se les ha preguntado por otros temas como el método científico, o los prefijos y sufijos de las cantidades, así como por las leyes de Newton, o las gráficas y tablas de datos, entre otros aspectos, solo se les preguntó de lo más básico, lo que representa un balance”**. De aquí en adelante, deberemos responder lo que sí se sabe y lo que no se sabe a partir de lo coloreado en una tabla como la siguiente:

Balance de Ideas Previas	
Ideas previas	Ideas científicas

Aquí se pondrá el porcentaje, y posteriormente se presentará lo que significa ese balance comenzando por la frase “Este porcentaje representa que no sabemos” o que sí se sabe en su defecto. Lo que genera una relación C-M de interpretación de resultados, y habrá que recordar que los alumnos deben conocer lo que no saben para pretender querer cambiarlo (Carretero, 1996), además de que la explicitación de las ideas previas y lo que no se sabe es una guía plausible para el docente y ayuda a la motivación de los estudiantes para que sepan exactamente lo que se espera de ellos, y van reconociendo aspectos importantes en su investigación.

4. Exposición a situaciones de conflicto

Una vez lo anterior, será necesario que se tenga para la siguiente clase un papel donde se dejen en claro las ideas previas que tienen los estudiantes, y lo que representa para que lo tengan claro y en cuenta, por lo que deberemos regresar al tema y aprendizajes esperados, y ver con los alumnos lo que de esos temas no saben, y convencerlos de que debemos aprender esos temas.

Con lo anterior, se les presentará un conflicto cognitivo que ayudará a desestabilizar las ideas previas de los alumnos puesto que la problematización de los esquemas mentales de los alumnos es lo que detona el aprendizaje (Piaget, 1957), además de que el conflicto cognitivo ayuda a conflictuar las ideas previas de los alumnos para desequilibrarlas (Pozo, 1997), y hacer que se sientan insatisfechas con ellas para posteriormente pasar a que exista un aprendizaje significativo (Ausubel, 2019).

Situación problema:

Derivado de la pandemia del Covid-19, el Departamento de Virología del InDRE del Gob. Mex., pretende investigar el desplazamiento y la trayectoria con la que llegó el virus a México; además de la fuerza, la fuerza resultante, y la fuerza de atracción gravitacional del virus con las personas que están cerca; sustentando el trabajo en las leyes del movimiento. Se sugiere apoyarse de un plan de acción para organizar el trabajo, así como la creación de roles y comisiones, para finalmente presentarlo a la comunidad escolar.

La situación problema escrita en el pizarrón la leerán los estudiantes, con la intención de que les quede claro y deberá subrayarse con rojo lo que no saben o entienden, con azul lo que les llama la atención, y con negro lo que sí saben, así se llegará a un primer análisis, puesto que las situaciones

problema deben ser analizadas con la intención de clarificar lo que se espera de ellas para que se puedan resolver y los alumnos las internalicen para que no desechen la tarea de primera mano.

Enseguida, después de analizarla se les pedirá a los alumnos que la dividan en momentos, siempre y cuando se recuerde lo que significa analizar, que es fragmentar o dividir en cada una de sus partes, por lo que les deberá quedar de la siguiente manera:

Derivado de la pandemia del Covid-19, el Departamento de Virología del InDRE del Gob. Mex., pretende investigar el desplazamiento y la trayectoria con la que llegó el virus a México; además de la fuerza, la fuerza resultante, y la fuerza de atracción gravitacional del virus con las personas que están cerca; sustentando el trabajo en las leyes del movimiento. Se sugiere apoyarse de un plan de acción para organizar el trabajo, así como la creación de roles y comisiones, para finalmente presentarlo a la comunidad escolar.

Una vez lo anterior, se pasará a realizar un recuadro que permite a los alumnos conocer cómo es que se hace posible el análisis de la situación problema una vez fragmentado, el cual quedaría de la siguiente manera:

Análisis de la Situación Problema		
Momentos	¿Qué nos pide?	¿Cómo lo entiendo?

Una vez que diseñen los momentos que creen que hay, los alumnos deberán completar este recuadro para lo que se les ayudará comentándoles que en momentos va cada uno de los momentos que ellos pretenden poner, en la parte de que nos pide, se agregará punto por punto lo que les pide cada momento desglosado, y a partir de ahí deberán con sus propias palabras poner cómo entienden lo que les pide según sus interpretaciones. Una vez que terminen el trabajo, en plenaria cada uno de los estudiantes comentarán, para ponernos en círculo, los momentos que encontraron, así como lo que les pide, y como lo entienden. Esto ayudará a que internalicen el conflicto y poder pasar a investigar.

5. Interpretación y resolución del problema: Investigación, experimentación, matematización

Pasando a esta fase, será necesario retomar el análisis de la situación problema, por lo que se les pedirá a los alumnos que leamos entre todos lo que nos pide cada parte de la situación problema.

Esto ayudará a recordar lo que nos pide dicha situación problema, por lo que como es la primera vez que se acerca en esta primera instrumentación, deberán elaborar un plan de acción. Estos planes ayudan a orientar el trabajo en la resolución de problemas (SEP, 2022), y se vuelven necesarios a la hora de trabajar los proyectos educativos que ayuden a la solución del problema (Del Carmen, 2006).

Por tanto, se les comentará ***“Bueno, ahora se nos presenta ese problema que ya sabemos en qué consiste, lo que tenemos qué hacer y lo que nos pide para poder modificar las ideas previas erróneas que tenemos y aprender los temas que ya analizamos. Entonces es hora de organizarnos, ¿qué se les ocurre que podemos hacer para comenzar a resolver este problema?”***. Espero que me digan ideas de por dónde creen ellos que pueden resolver la situación problema, comenzando por la fuerza y el movimiento del virus, a lo que las ideas que digan, serán anotadas en el pizarrón, pero se les preguntará que, si todos están diciendo un aspecto diferente de la situación problema, ¿cómo podemos hacer para que todos estemos más o menos en sintonía?

Entonces se les cuestionará sobre la forma en que alguien cuando viaja qué es lo que hace, llegando a la conclusión de que establece un itinerario y elabora un plan, por tanto, se les indicará que se deberá hacer un plan de acción, que permita orientar la organización de actividades. Habrá que cuestionarlos, sobre qué debe contener un plan, con la intención de llegar a las acciones o actividades. Por otro lado, una vez que estén las actividades, cómo saber de qué manera las haremos, puesto que no sabemos cómo puedan organizarse mejor, entonces siguiendo con la misma analogía del viaje, se deberá entender que debemos establecer tiempos y lugares, y finalmente, se les recordará que para tener un pensamiento científico, será necesario establecer un propósito. Orientar a los alumnos para que se conozca que las actividades responden a ¿qué, los tiempos a ¿cuánto?, el lugar a ¿dónde?, y el propósito al ¿por qué?, entonces el plan de acción quedaría de la siguiente manera:

Plan de Acción			
Actividad	Tiempo	Lugar	Propósito
¿Qué vamos a hacer?	¿Cuánto tiempo nos llevaremos?	¿Dónde lo haremos?	¿Para qué lo vamos a hacer?

Se les pedirá que desarrollen este plan de acción, el cual deberán comparar con el que ya tienen en lo que les pide la situación problema, y modificarlo o reestructurarlo, esto genera una orientación

y contextualización al aprendizaje poniéndolo al alumno en el centro de su proceso (SEP, 2011; SEP, 2016; SEP, 2017), para construir metodológicamente la forma en que resolverán la situación problema (Pozo, 2007). Será necesario poner el ejemplo con la primera actividad, la cual será trazar el desplazamiento y la trayectoria con la que llegó el virus a Zacatecas desde México, y esa información será necesario, así como la velocidad y aceleración, y la fuerza, darles las hojas del anexo 5 a los estudiantes, como un ejemplo de que ahí podrán rescatas dicha información. Posteriormente, cuando ya tengamos a los estudiantes organizados con su plan de acción, ahora será momento de elaborar las comisiones para cada una de las actividades.

Se les comentará a los estudiantes que “*Ahora que tienen su plan de acción, es momento de que lo llevemos a la práctica, pero no podemos hacerlo mientras no estén organizados en equipo, ya que la ciencia siempre se trabaja en colectivo, por tanto, debemos hacer comisiones, ¿qué es lo que entienden por comisiones?*” Esperaré que comenten que es algo que debemos hacer, algo que se nos consigna, es algo a lo que estamos abocados.

Con lo cual les cuestionaré desde la situación problema, ¿cuáles serán las tareas o consignas que deben existir para poder resolver la situación problema? Para esto se espera que los estudiantes respondan varias, y lleguemos a la conclusión de que *líder, matematización, investigación, experimentación, y presentación*. Cada una de estas deberán organizarse de tal manera que cumplan con las siguientes condiciones:

* Mismo número de integrantes. * Mismo número de hombres y mujeres. * Todos tengan la misma posibilidad de resolver la situación problema. * Tomar en cuenta las características de cada uno para lo que son buenos.

Pasarán dos estudiantes al frente para comenzar a organizar a sus demás compañeros, después de comprender las características que se piden, y una vez que terminen, se les dará una hoja con las siguientes consideraciones.

<p>Líder:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Revisar la investigación, experimentación y los cálculos. - Revisar la presentación. * Son responsables por los errores conceptuales y matemáticos en el desarrollo de la situación problema. 	<p>Investigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Responder todas las preguntas de investigación para dejarlas en claro a los demás equipos. - Revisar el entendimiento de los conceptos. * Responsables del error conceptual.
--	---

<p>Experimentación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Elaborar los diseños experimentales. - Elaborar los diseños conceptuales. - Elaborar y presentar los experimentos en la noche de las estrellas. 	<p>Matematización:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Elaborar los cálculos y sistematizaciones matemáticas. - Completar las tablas de datos y las rectas, así como las gráficas.
<p>Presentación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Elaborar la presentación en Power Point. - Presentar los resultados de la investigación en la noche de las estrellas. 	

Una vez que vean los roles, será necesario repartir las tareas, pero lo primero que se les cuestionará será sobre qué será primero estudiar, para lo cual se llegará a la conclusión que es preciso estudiar lo del virus en el anexo 6. Se destacarán las proteínas, así como el paso del virus, por tanto, es preciso que hagan un resumen de lo más importante, o en su defecto pasen lo del pizarrón, pero para la siguiente clase es necesario trazar la trayectoria y el desplazamiento, pero para eso habrá que dejarles de tarea que busquen en internet la definición y diferencia entre la trayectoria y el desplazamiento.

Con lo que tengan de trayectoria y desplazamiento, será momento de que pasen dos personas a organizar, para recabar las ideas de todos respecto de lo que quiere decir uno y otro concepto, y a partir de ahí lo tracen en el mapa de México, donde la trayectoria será por todos los lugares por donde pasa el objeto, y el desplazamiento desde Cd. Mx., hasta llegar a Zacatecas. Cuando lo tracen, se dejará así por el momento, y será momento de comenzar a resolver la situación problema con el siguiente orden de actividades.

1. Leer e identificar las partes del Sars-Cov-2. A partir de las hojas de la ONU. Consiste en rescatar los aspectos más importantes de las partes del virus para tenerlas en la libreta y poder explicarlas, que es lo que se va a estudiar.
2. Investigar la trayectoria y el desplazamiento para poder trazarlo en un mapa de México, a partir de las hojas de la OMS.
3. Leer respecto de la resolución de problemas, el pensamiento científico, y elaborar una línea del tiempo de cada uno de los científicos, además de socializar el esquema del método científico para tenerlo en cuenta. Esto a partir del libro de texto.

4. Socializar las medidas de la comunidad y la metrología, donde deberán leer y elaborar una síntesis para conocer las unidades básicas de medida, así como sus abreviaciones y concepciones, y los instrumentos que los miden. Para esto deberán pasar el círculo de las unidades de medida, definir cada una de ellas, y tener en cuenta el cuadro del anexo 7. Habrá que conceptualizar los prefijos y sufijos, así como las conversiones y el uso de la notación científica a partir de su utilidad.

5. Conocer las características de la velocidad y la aceleración como formas del movimiento, y las de la fuerza de fricción y equilibrio, en relación con las leyes de Newton, con la intención de conceptualizar y comprender cómo están presentes estos fenómenos con la vida cotidiana, a partir de establecer comprensión del fenómeno y relaciones matemáticas.

Esta fase de investigación es importante porque los estudiantes se apropian de los primeros conceptos, y pueden clarificar las ideas que tengan con respecto a un problema de la vida cotidiana en relación con el pensamiento científico, las unidades de medida y la fuerza y el movimiento (SEP, 2022; Pozo, 1997). Es preciso recordar que en la fase de investigación, interpretación y resolución del problema, los alumnos tienen que tener en claro los temas sin dudas y con aplicabilidad práctica, pero no constituye un cambio cognitivo puesto que aún no se lleva a la aplicación total para resolver un problema, por eso es necesario que en la aplicación de los nuevos conceptos cada comisión a partir de los temas hagan cada una de las actividades que les corresponden para que puedan concretar de mejor manera lo que se está investigando, y siempre partiendo de los conceptos científicos.

Para este momento, todos deberán tener en claro cada uno de los conceptos científicos, así como las fórmulas, y la comprensión de para qué sirven en la vida cotidiana tanto el pensamiento científico, como las unidades de medida, y la fuerza y el movimiento, siendo ahora momento de que lo apliquen a partir de lo que han leído y conceptualizado.

6. Consolidación: aplicación de los nuevos conceptos

Se les pedirá a los alumnos que comiencen por lo más sencillo, que para el caso la recta de velocidad, la cual les debería quedar con los siguientes datos:

Proceso en México: Ciudad de México (27 de febrero) □ Sinaloa (28 de febrero con 1286 km) □ Coahuila (29 de febrero con 1054 km) □ Chiapas (01 de marzo con 1730 km) □ Estado de México

(06 de marzo con 928 km) □ Querétaro (11 marzo OMS clasifica el virus como pandemia con 171)
 □ Zacatecas 18 de marzo (118 casos confirmados con 450 km).

Deberán elaborar una tabla de datos a partir de los datos conforme ellos crean, para lo cual deberán organizarse en sus comisiones, y ver como lo pueden sistematizar, por lo tanto, primeramente, les debería quedar de la siguiente manera:

Tabla de datos:

Ciudad	Velocidad	Distancia	Tiempo

Recta



En dicha recta, será necesario poner los estados, así como las distancias y los tiempos, agregando finalmente la velocidad que para el caso son seis velocidades, posteriormente se les dejará que organicen los cálculos de velocidad, para lo cual será necesaria una sistematización matemática.

Datos	Fórmula	Sustitución	Operación	Resultado
V1= di= df= ti= tf=				

Será necesario reformular la recta si no la tienen bien, de igual manera el primer cálculo para la velocidad yo se los pondré de ejemplo para que ellos hagan los demás, y puedan una vez que lo tengan, poder pasarlos a las rectas. Cuando lo tengan, pasaremos a realizar la gráfica, que será una gráfica distancia contra tiempo. Posteriormente se pasará a analizar la gráfica para explicar aspectos centrales como ¿el estado dónde más hubo contagios? ¿lugar dónde hubo menos aceleración? ¿por qué sucedió de esta manera? ¿qué tienen en común estos lugares?

Enseguida, con la recta de velocidad, será necesario elaborar una recta de aceleración la cual quedaría de la siguiente manera:



En dicha recta se deberán poner las ciudades, las distancias, los tiempos, así como las velocidades ya calculadas, para posteriormente agregar la aceleración. Así que para la aceleración de igual manera deberán hacer una tabla de datos que estaría de la siguiente manera:

Ciudad	Aceleración	Velocidad	Tiempo

Igual para la sistematización matemática que contendrá los siguientes datos para que al ponerlos, puedan completar la aceleración.

Datos	Fórmula	Sustitución	Operación	Resultado
a1= vi= vf= ti= tf=				

Una vez que calculen los resultados, los estudiantes deberán poder pasarlos a la recta, y completar la tabla de datos. Habrá que recordar que todos estos cálculos, y datos, es con la investigación que ellos hicieron, y podrán expresar los resultados dependiendo de los prefijos y los sufijos, así como la notación científica de ser necesario. Y que solo se les pondrán los ejemplos con los primeros cálculos o resultados, y los demás los deberán tener que encontrar ellos a partir de las reflexiones que se presenten entre todos, y con lo que ellos investigaron para detonar el constructivismo como una forma previsoras en la construcción del conocimiento científico en colectivo, pero interiorizado de forma personal (Del Val, 2014).

Posteriormente, se elaborará una gráfica de aceleración, que es velocidad contra tiempo, donde la intención también es interpretarla para dar a conocer lo que significa cada área y subida y bajada a partir, como se dijo en el párrafo anterior, de la comprensión del fenómeno de la aceleración y la desaceleración. Finalmente se realizará una recta de fuerza, donde será necesario que los estudiantes con la recta previamente hecha de aceleración, la completen, donde además también deben hacer una tabla, y una sistematización matemática.

Se les presentará un diagrama de cuerpo libre, y se les enseñará a sumar la fuerza por el método del polígono y el paralelogramo, para contrastar con la idea de que calcular las fuerzas en equilibrio solo sucede cuando se igualan las fuerzas a 0 Newton. Por tanto, cuando existen varias fuerzas, no es posible que existan en equilibrio a menos que sean fuerzas que su resultado al sumarlas valga cero. Con eso, se les dejarán de tarea los siguientes problemas para que practiquen. A todas deberán hacerles diagramas de cuerpo libre, y además, la suma de fuerzas.

Método que utilizaste:	Método que utilizaste:	Método que utilizaste:
F1= 55N NO 120° F2= 37N SO 225° FR=	F1= 470N NE 60° F2= 350N NO 125° F3= 420N SE 320° FR=	F1= 25N NE 45° F2= 25N SO 225° FR=

Por lo tanto, finalmente deberán conocer en la recta la fuerza resultante, y con ello, será momento que elaboren experimentos para que puedan ayudarse y presentar a los demás en la conceptualización de la solución a la situación problema. Para esto, primero será necesario poder volver a comprar un mapa de México, el cual deberá contener lo siguiente:

- * Trazar la trayectoria y el desplazamiento, y con ello poner sus definiciones, y sus equivalencias en las unidades de medida correspondientes.
- * Trazar la velocidad y anotar el significado de la velocidad, así como sus explicaciones categorizadas.
- * Trazar la aceleración, así como anotar su significado, y deberá hacerse expresado en las unidades de medida correspondientes, así como agregar su definición.
- * Poner la fuerza en cada una de las partes de la recta anotando su definición, así como expresado en las unidades de medida correspondientes.
- * Agregar la fuerza resultante al mapa, exponiendo su significado y los métodos por los que se puede sumar, así como el diagrama de cuerpo libre.
- * Agregar las leyes de Newton para explicar el comportamiento del paso del virus por México.
- * Integrar las unidades de medida, tablas de conversiones, así como los prefijos y sufijos con sus equivalencias.

7. Consolidación: transferencia a situaciones nuevas

Una vez terminada la actividad pasada, será necesario elaborar algunos experimentos que nos pudieran ayudar a consolidar lo que está presente en el mapa, que serán divididos en cada una de las cinco comisiones y que deberán presentar para que sea válido. El cual estará integrado de la siguiente manera:

Comisión	Tema	Experimento
Líder	Velocidad	
Investigación	Aceleración	
Matematización	Primera Ley de Newton	
Experimentación	Segunda Ley de Newton	
Presentación	Tercera Ley de Newton	

Una vez que lo tengan en claro los alumnos, les comentaré que *“es necesario que establezcamos una noción respecto de cómo debería quedar nuestro diseño experimental, para lo cual debe existir una sistematización más o menos organizada de lo que debe contener el experimento, por lo tanto, habrá que pasar para que me digan qué es lo que debería contener su experimento”*. Se les pedirá que realicen un diseño experimental, el cual con las participaciones de todos deberá quedar como se presenta en el anexo 8. Con eso, orientaré a los alumnos para que lo terminen, a más tardar deberán estar presentándolo para el tercer día, con ello se verá la manera en que comprender la fase de experimentación para conocer la manera en que comprender los temas y las explicaciones que dar.

Una vez que presenten los experimentos, será necesario aclarar que deben dar las explicaciones correspondientes con la intención de expresar los conceptos, y los procesos matemáticos, puesto que de no existir, no podrán presentarlos, puesto que no reflejan la concepción adecuada de la ciencia, ya que la comprensión integral del fenómeno parte de la idea de que es necesario que los estudiantes aprendan de manera integral el fenómeno estudiado desde los componentes de la competencia (SEP, 2011, 2017, 2022). Es decir, la conceptualización, así como la práctica y sus implicaciones.

Por tanto, se espera la realización de los cálculos, así como de las tablas de datos y gráficas. Por otro lado, es preciso que una vez terminada se les comente de la necesidad de que presenten los resultados a la comunidad científica, para lo cual será necesario que se dividan las tareas de cada comisión las cuales serán necesarias recordarlas como las teníamos en un principio:

<p>Líder:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Revisar la investigación, experimentación y los cálculos. - Revisar la presentación. * Son responsables por los errores conceptuales y matemáticos en el desarrollo de la situación problema. 	<p>Investigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Responder todas las preguntas de investigación para dejarlas en claro a los demás equipos. - Revisar el entendimiento de los conceptos. * Responsables del error conceptual.
<p>Experimentación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Elaborar los diseños experimentales. - Elaborar los diseños conceptuales. - Elaborar y presentar los experimentos en la noche de las estrellas. 	<p>Matematización:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Elaborar los cálculos y sistematizaciones matemáticas. - Completar las tablas de datos y las rectas, así como las gráficas.
<p>Presentación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Elaborar la presentación en Power Point. - Presentar los resultados de la investigación en la noche de las estrellas. 	

Así es como a partir de aquí se harán las responsabilidades en la presentación, puesto que deberán pasar el trabajo para poderlo presentar. Esto ayudará a que se distribuyan los roles y tareas y poder terminar de la mejor manera lo que deben presentar. Por tanto, las tareas deberán distribuirlas de la siguiente manera:

Presentación: Desde los temas, hasta la creación de comisiones, con la explicación del método científico y las unidades de medida.

Investigación: la definición de conceptos y sus explicaciones en la vida cotidiana. Además de la explicación del virus en la pandemia.

Experimentación: los experimentos de velocidad, aceleración, y cada una de las leyes de Newton. Los diseños experimentales.

Matematización: los cálculos matemáticos, desde las rectas, hasta la suma de fuerzas por ambos métodos.

Líder: el mapa con la trayectoria, desplazamiento, y cada uno de los datos encontrados, así como la explicación científica y las conclusiones encontradas.

Se revisará que cada una de las comisiones cumplan con lo requerido en la presentación, posteriormente, cuando se acabe la presentación, se aplicará el examen a los estudiantes que se puede encontrar en el anexo 9, el cuál valorará los conceptos y procesos de los estudiantes. Con lo

cual se concluirá el proceso de construcción de conocimiento, y se les entregará las calificaciones con las cuales se podrá ver qué es lo que les falta a los estudiantes para que mejoren, y los aspectos que no tomaron en cuenta del trimestre. Posteriormente, se pasará a la revisión del cambio en las ideas previas a ideas científicas en donde deberán realizar algunas actividades experimentales para demostrar que han aprendido de la manera correcta.

8. Revisión del cambio en las ideas previas a ideas científicas

Con la transferencia a situaciones nuevas terminada, se les pedirá a los alumnos que en sus comisiones, y para poder terminar la evaluación a tiempo, es necesario realizar un *Rally* en el que gane el equipo que termine primero, para poder asignar puntos extras a quienes vayan ganando. Para el experimento de unidades de medida, me apoyaré del texto *Para jugar con la ciencia: guía de actividades fantásticas* del **Grupo Quark de Zacatecas**, el cual presenta el siguiente experimento:

Escalas y potencias

Principios a revisar

Potencias de diez

Escalas de tamaño en la naturaleza

Material

Dos tramos de hilo: uno de medio metro de largo y otro de cinco metros. Gis. Aro de diez centímetros de diámetro (de plástico, metal u otro material)

Procedimiento

1. Con el gis, marca una pequeña cruz en el centro del espacio donde se llevará a cabo la actividad.
2. Usa el tramo de hilo más corto para marcar en el piso un círculo con un diámetro de un metro. Una persona detendrá un extremo del hilo justo donde está marcada la cruz y otra le irá dando vuelta al otro extremo, marcando el recorrido con el gis.
3. Repite la operación anterior, pero con la ayuda del tramo de hilo de cinco metros; ahora, en vez de marcar el círculo con gis, distribuye a los participantes en los puntos que recorre el extremo móvil del hilo al dar vueltas alrededor del que está fijo en el centro.
4. Entrega a cada participante una hoja con las imágenes de objetos en diferentes escalas.
5. Pregunta a los participantes por la unidad de longitud que ellos usan con más frecuencia.
6. Pídeles que, usando esas unidades, traten de dar el tamaño de objetos como la Tierra, una molécula o una galaxia. Ayúdales a inferir la necesidad de unidades diferentes para cada escala o bien de una notación que funcione para objetos de dimensiones muy variadas.
7. Explica la notación científica, el uso de potencias de diez y deja en claro que la variación en longitud implica una variación cuadrada en área y cúbica en volumen.
8. Pide a los participantes que intenten ver cuántas veces caben los objetos pequeños en otros más grandes, tomando en cuenta todo el espacio que ocupan (no solo la longitud del diámetro).

Preguntas

¿Sabes qué son y para qué sirven las unidades? ¿Todos los objetos pueden ser medidos con las mismas unidades? ¿Será útil usar una forma especial para anotar el tamaño de objetos muy grandes o muy pequeños? ¿Tienes una idea de la diferencia de tamaño entre las cosas más grandes conocidas y las más pequeñas?

Marco teórico

La notación científica es una forma de escribir números que facilita la representación de cantidades muy grandes o muy pequeñas con la ayuda de las potencias de diez. La notación se realiza de la siguiente manera: $A \times 10^n$. A es un número entero o decimal entre 1 y 10, n es el exponente que resulta clave para establecer el orden de magnitud.

Esta notación resulta sumamente útil tanto para facilitar la notación de diferentes cifras como para realizar cálculos. Cuando el signo del exponente es positivo solo es necesario elevar el número diez a la potencia señalada; en el resultado, el exponente se refleja en el número de ceros que debemos agregar a la derecha del número A.

En caso de ser negativo, se trata de dividir 1 entre 10 a la potencia señalada, en el resultado la potencia indica el número de dígitos que se debe mover el número A a la derecha del punto decimal.

Algunos ejemplos sencillos de potencias son:

$$1 \times 10^9 = 1,000'000,000$$

$$1 \times 10^7 = 10'000,000$$

$$1 \times 10^4 = 10,000$$

$$1 \times 10^2 = 100$$

$$1 \times 10^1 = 10$$

$$1 \times 10^0 = 101 / 101 = 1$$

$$1 \times 10^{-1} = 1/101 = 0.1$$

$$1 \times 10^{-2} = 1/102 = 0.01$$

$$1 \times 10^{-5} = 1/105 = 0.00001$$

$$1 \times 10^{-9} = 1/109 = 0.000000001$$

Cuando medimos objetos en las diferentes escalas del Universo, desde los enormes cúmulos de galaxias hasta las diminutas partículas subatómicas, es muy sencillo perder la idea de las dimensiones de cada uno de esos objetos. Las potencias de diez son una buena herramienta para comparar y dimensionar el tamaño de las cosas.

Abordaje sugerido

Las principales escalas de longitud fueron creadas para tener una referencia o patrón común que ayudara a medir diferentes objetos. Las unidades más comunes para nosotros es el metro, pero también existen otras, usadas en los países anglosajones, como el pie y la milla; todos son útiles a nuestra escala, pero poco prácticos cuando trabajamos con cosas muy grandes o pequeñas.

Para realizar un ajuste, se han creado notaciones que se antepone al nombre de la unidad y evitan poner muchos ceros con las cosas grandes, como son kilo, mega, giga, etcétera; también existen otras que ahorran el uso de engorrosos decimales, tal es el caso de mili, micro, nano o pico. También existen casos específicos, para el espacio, de nuevas referencias enormes: la unidad astronómica, el año luz y el pársec. ¡Caramba! Con tantos prefijos y nuevas opciones uno puede acabar hecho bolas. Aquí es donde aparece la notación científica como una herramienta para hacer la escritura y las cuentas más sencillas; se usan potencias de diez para evitar el gorro de los ceros o de las notaciones especializadas. Así, por ejemplo, en lugar de escribir un siete con diez ceros para decir 70 mil millones, podemos poner 7×10^{10} , o en vez de un tres con cinco ceros para 300 mil, ponemos 3×10^5 , y en los decimales, en lugar de poner 0.000008 se indica 8×10^{-6} , o en vez de 0.0000000001 va 1×10^{-11} .

La clave radica en que un exponente positivo nos ahorra el uso de ceros para un número muy grande, la cifra a la que elevamos el diez establece el número de ceros; y uno negativo equivale a dividir uno entre diez elevado al número en el exponente, o sea, nos ayuda a indicar el número de decimales al que vamos a recorrer el número inicial a la derecha del punto decimal.

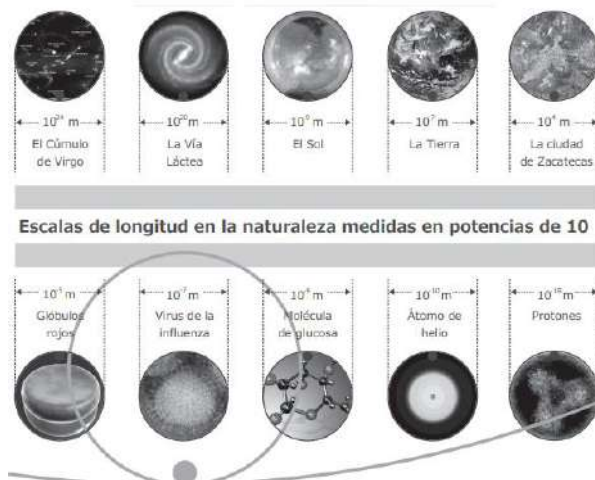
El uso de potencias de diez, además de quitarnos el lío de los ceros o nombres raros, nos ofrece una idea más sencilla de la relación que hay entre el tamaño de diferentes objetos; solo hay que tener en mente que la proporción entre los números manejados es exponencial: algo que mide 106 metros es mil veces más largo que algo que mide 103; pero si hablamos de área, tenemos que elevar 1,000 al cuadrado para ver la diferencia; en caso de volumen, es una expresión cúbica: una esfera con un diámetro de 103 cabe 1,000 millones de veces en una de diámetro 106, aunque su diámetro solo es mil veces más pequeño.

Referencias

Estimaciones actuales señalan que el Universo tiene alrededor de 3×10^{23} estrellas, mientras que una persona de 70 kilogramos tiene algo así como 7×10^{27} átomos en su cuerpo, esto quiere decir que cada uno de nosotros tiene 10,000 átomos por cada estrella en el Universo.

Video de apoyo

<http://www.grupoquark.com/videos/escalas.html>



Para el experimento de velocidad y aceleración, se seguirá el mismo formato que anteriormente se cita, pero con la diferencia de que solo estará hasta la parte de preguntas puesto que con eso es necesario para la revisión del cambio en las ideas.

Escalas y potencias

Principios a revisar

Velocidad

Aceleración

Material

Cinta de medir, cronómetro, libreta.

Procedimiento

1. Con la cinta de medir, trazar líneas rectas alrededor de la cancha para establecer cuánta longitud tiene.
2. Con el cronómetro deberán medir el tiempo que tarda cada persona de su equipo en recorrer cada marca.
3. Anotar los resultados en una tabla de datos para cada uno, y elaborar su recta correspondiente.
4. Realizar los cálculos pertinentes.
5. Realizar una gráfica individual.
6. Hacer una gráfica por equipo donde estén integrados los resultados distancia-tiempo de cada uno, con respecto a la velocidad, y realizar otra para la aceleración.
7. Interpretar las gráficas de velocidad y aceleración.
8. Calcular la fuerza de forma individual de cada uno de los integrantes, para posteriormente llegar a la fuerza resultante por el método del polígono y elaborar la recta correspondiente.

Preguntas

- Individuales:

¿Dónde obtuviste mayor y menor velocidad? ¿Por qué? ¿Dónde mayor y menor aceleración? ¿A qué se debe?

¿Qué fuerza fue la mayor? ¿A qué se debe?

¿Qué Ley de Newton puede explicar mayor o menos fuerza de acuerdo a tu masa y aceleración? ¿Cómo lo explicarías?

- Grupales:

¿Cuál persona de tu equipo fue más veloz? ¿Por qué? ¿En dónde puedes verlo reflejado? ¿Y menos veloz?

¿Y quién acelero más? ¿En qué tramo? ¿Entonces cuál fue el integrante de tu equipo y en qué tramo obtuvo más fuerza?

¿Quién acumuló una mayor fuerza resultante?

Para la primera ley de Newton se omitirá el experimento, pensando en que solo deberán explicarlo los estudiantes, pero para la tercera ley de Newton deberán realizar dos experimentos. A continuación, se muestra el experimento de la segunda, y los dos de la tercera ley de Newton, de los cuales los estudiantes deberán responder las preguntas además de realizar las actividades que ahí se presentan para dar a conocer los resultados en el cambio en sus ideas previas hacia ideas científicas.

Reto a la gravedad

Principios a revisar

Segunda Ley de Newton

Material

Pequeño cilindro plástico (puede ser un carrete de hilo o un popote duro) Botella de agua de ½ litro vacía 1.5 metros de hilo Goma Agua Cinta adhesiva tipo masking Procedimiento Para poder desarrollar el reto, primero es necesario armar el aparato: 1. Llena de agua la botella y déjala bien tapada. 2. Amarra un extremo del hilo al cuello de la botella. 3. Pasa el otro extremo del hilo a través del cilindro. 4. Amárralo a la goma. 5. Cubre la goma y con cinta adhesiva para evitar que se zafe del hilo.

El reto: Deberás colocar en el suelo la botella y levantarla obedeciendo las siguientes reglas:

- a) No podrás tocar nada más que el cilindro de plástico.
- b) No puedes enredar el hilo.
- c) No se vale llevar el cilindro hasta el extremo del hilo, para atarlo con la goma y así levantar la botella.

¿Listo? ¡Adelante: a jugar y a pensar!

Pista: La gravedad ejerce una fuerza hacia abajo sobre nuestra botella, obligándola a quedarse en el piso. Para evitar esto tenemos que conseguir una fuerza, igual o mayor a la de la gravedad, que vaya hacia arriba, para neutralizar el efecto. Esta fuerza deberemos generarla con ayuda del hilo y la goma.

Ir más allá: calcular aceleración centrífuga necesaria y radio de acuerdo con las masas de la botella y de la goma.

Preguntas

¿Qué pesa más, la botella o la goma? ¿Puede la goma, por sí sola, levantar a la botella? ¿Qué tenemos que darle para que pueda moverla? ¿Qué pasaría si quitamos o agregamos agua a la botella? ¿Y si usamos una goma más pesada? ¿Cómo es posible levantar la botella? ¿Por qué?

Marco teórico

Llamamos “velocidad” a la medida del cambio de posición de un cuerpo respecto del tiempo: un carro tiene una velocidad de 50km/h cuando su movimiento es tal que, manteniéndolo de forma constante, durante una hora recorrería 50 kilómetros.

Decimos que un cuerpo se acelera cuando su velocidad cambia, ya sea que aumente o disminuya.

Si aplicamos una fuerza sobre un cuerpo, lo aceleramos. Si la masa del cuerpo es constante, a más fuerza tenemos más aceleración. Si la fuerza es constante, a más masa, menos aceleración. Si tenemos un cuerpo pesado y uno ligero y les aplicamos la misma fuerza, el ligero se moverá más que el pesado. Esto queda resumido en la Segunda Ley de Newton ($F = m \cdot a$), que establece que la fuerza aplicada a un cuerpo es igual a multiplicar la masa del mismo por la aceleración resultante.

Cuando un objeto da vueltas en círculos, se hace presente una aceleración, aunque la magnitud de la velocidad no necesariamente cambia. La aceleración centrífuga se relaciona con el cambio de la dirección del movimiento y se define así: $a_c = r \cdot \omega^2$; su valor es igual al producto del radio del círculo descrito en las vueltas y el cuadrado de la velocidad angular (el número de vueltas que se completan en cierto tiempo).

Los objetos que dan vueltas estando unidos a un cuerpo central ejercen una fuerza centrífuga sobre él; asimismo, el cuerpo del centro ejerce una fuerza opuesta, dirigida siempre al centro, que evita la salida del objeto y se conoce como “centrípeta”.

Abordaje sugerido

Ahora que lo hemos trabajado, revisemos cómo se resuelve el reto: lo que debemos hacer para levantar la botella es tomar el popote y recorrerlo lo más que podamos en dirección a la goma, sin llegar a tocarla. Una vez hecho esto, haremos que la goma empiece a dar vueltas tocando solamente el cilindro de plástico; describiendo círculos que tendrán como centro el cilindro.

Al moverse en círculos, la goma adquiere una aceleración centrífuga, que la hace describir órbitas cada vez más grandes; lo anterior es debido a que, en su movimiento, la goma ejerce una fuerza ficticia hacia afuera; “trata” de escapar (lo que efectivamente pasaría si cortáramos el hilo). Entre más grandes sean las órbitas, mayor será la aceleración de la goma y, por lo tanto, la fuerza centrífuga.

Cuando la fuerza centrífuga de la goma es mayor a la fuerza de la gravedad sobre la botella, esta empieza a elevarse.

Datos curiosos

Cuando viajamos rápidamente en un vehículo y damos una vuelta pronunciada, nuestro cuerpo se mueve en la dirección opuesta a la vuelta; esto se debe a la tendencia de nuestro cuerpo a mantener su estado de movimiento, la inercia. Lo mismo pasa en cualquier cuerpo que se mueva en círculos, generando la fuerza centrífuga. Como no se trata una fuerza aplicada por nadie, sino que surge de la inercia, se dice que se trata de una “pseudofuerza”. Video de apoyo <http://www.grupoquark.com/videos/reto.html>

Gloviones

Principios a revisar

Tercera Ley de Newton
Deformaciones elásticas

Material

12 metros de hilo de nylon Ocho globos del número nueve Cuatro popotes Rollo de cinta adhesiva tipo masking Tijeras

Procedimiento

1. Divide el grupo de trabajo en cuatro equipos.
2. Corta los popotes a la mitad y distribúyelos entre los grupos.

3. Entrega a cada equipo tres metros de hilo, 20 centímetros de cinta adhesiva y dos globos.
4. Usando cinta adhesiva, cada equipo debe pegar un extremo de hilo a una pared a una altura de dos metros. Hay que poner cuidado en que todos los equipos peguen el hilo a la misma altura.
5. Los equipos pegarán un globo a uno de los tramos del popote, alineándolo de forma que la boca del globo apunte en la misma dirección que uno de los extremos del popote.
6. Se hará pasar el extremo libre del hilo a través del popote, de forma que sirva como riel para guiar su movimiento.
7. Los equipos inflarán los globos sin amarrarlos, solamente evitarán que el aire salga apretando la boca del globo con los dedos.
8. A la cuenta de tres, se soltarán los globos al mismo tiempo para ver qué equipo gana la carrera de globos–aviones (¡gloviones!)

Preguntas

¿Por qué los globos sacan el aire? ¿Por qué se mueve el globo al expulsar el aire? ¿De dónde salió la energía para todo el movimiento? ¿Para qué sirve el hilo?

Marco teórico

Mecánicamente, cuando se habla de la deformación de un cuerpo, se hace referencia al cambio de forma que este sufre como resultado de la aplicación de una fuerza. Dependiendo del material usado y de la fuerza aplicada, la deformación puede ser reversible o irreversible.

En un material muy rígido, toda deformación lleva a una ruptura que le impide recuperar la forma original; mientras que un objeto elástico, como un resorte, es deformado cuando una fuerza actúa sobre él para estirarlo (o comprimirlo) y recupera su forma original una vez que la fuerza externa deja de aplicarse; en este caso, se dice que la alteración es reversible.

La recuperación de la forma se debe a que, al ser deformado, el cuerpo almacena energía potencial que es liberada una vez que concluye la acción de la fuerza deformadora. Todos los cuerpos elásticos tienen un límite a partir del cual las deformaciones se vuelven permanentes.

Al inflar un globo, la deformación afecta al mismo tiempo su forma y el área total de su superficie: el aire en su interior ejerce una presión, es decir, una fuerza distribuida en la cara interior del globo, que lo hace tener un tamaño mayor al original. Entre más aire se introduce en el globo mayor será su volumen, tendrá más energía potencial acumulada y será mayor la fuerza que ejerza sobre ese mismo aire en su interior; por eso, si no lo cerramos —con los dedos o con un nudo—, puede expulsar el aire con gran facilidad.

La Tercera Ley de Newton del Movimiento de los Cuerpos indica que para toda acción corresponde una reacción de la misma magnitud, pero de sentido contrario. Cuando aplicamos una fuerza sobre un cuerpo, este aplica una fuerza del mismo “tamaño” sobre nosotros, pero en dirección opuesta. A esto se debe que, si lanzamos una pelota contra un muro, rebota, pues el muro aplica sobre el objeto una fuerza de la misma magnitud que la de la pelota al chocar con él; la fuerza es muy pequeña para afectar al muro, pero es suficiente para hacer que la pelota se mueva en dirección contraria.

Abordaje sugerido

Cuando inflamamos un globo y lo soltamos sin amarrarlo, expulsa el aire; esto se debe a que, conforme lo llenamos de aire, estiramos el globo y esto lo hace acumular energía potencial. Entre más lo estiramos más energía estará acumulada en la tensión. Cuando soltamos el globo, liberamos esta energía, el globo empuja el aire hacia afuera y recupera su forma original.

Bueno, eso explica por qué el aire sale y el globo se desinfla, pero no nos dice nada sobre el origen del movimiento del globo. Lo que hace que el globo se mueva es la Tercera Ley de Newton: a toda acción corresponde una reacción de igual magnitud, pero en sentido contrario. Con la misma fuerza que el globo empuja al aire hacia atrás, el aire empuja el globo hacia adelante.

La importancia de esta ley va mucho más allá de los globos, puesto que, si no existiera este principio, no podríamos caminar, ni saltar o correr. Cuando hacemos cualquiera de estas cosas, lo que en realidad pasa es que empujamos el piso, el cual nos empuja a nosotros con la misma fuerza y nos mueve.

Dinámicas útiles

Se podrán usar pelotas de goma que se lanzarán contra el piso y rebotarán gracias a la Tercera Ley de Newton. Si este principio no fuera válido, las pelotas se quedarían en el piso, ya que no habría ninguna fuerza que las impulsara hacia arriba.

Video de apoyo

<http://www.grupoquark.com/videos/gloviones.html>

Cohete

Principios a revisar

Tercera Ley de Newton

Material

Botella de plástico de dos litros (de refresco o agua) Tapón de corcho para la botella Bomba de aire Válvula para inflar balón
Tina de agua

Procedimiento

1. Perfora el tapón con la válvula y asegúrate de que esta no quede tapada con pedazos de corcho. Deja la válvula dentro del corcho para que funcione como un tapón que permitirá meter aire a la botella.
2. Llena con agua la décima parte de la botella.
3. Conecta la válvula a la bomba de aire y tapa la botella con el corcho.
4. Organiza una cuenta regresiva —desde 10— con todos los participantes; una persona debe detener la botella apuntando hacia arriba y, en cuanto inicie el conteo, alguien más empezará a bombear aire al interior de la botella.
5. La persona que detiene la botella ayudará a que el tapón soporte la presión y lo soltará justo cuando la cuenta regresiva llegue a cero, dejando volar el cohete.
6. Al concluir con el primer lanzamiento, se repite todo el proceso, pero sin ponerle agua a la botella para comparar los resultados en las dos situaciones: el lanzamiento de un cohete ligero contra otro de mayor peso. Ir más allá: medir el tiempo desde que la botella despega hasta que regresa al piso. Calcular la altura que alcanza.

Preguntas

¿Por qué vuela nuestro cohete? ¿De dónde sale la energía que lo impulsa? ¿Por qué, aunque es más pesado, llega más alto el que tiene agua? ¿Crees que se parezca este lanzamiento al de un cohete de verdad?

Marco teórico

La Tercera Ley de Newton del Movimiento de los Cuerpos indica que a toda acción corresponde una reacción de la misma magnitud, pero en sentido contrario. Cuando aplicamos una fuerza sobre un cuerpo, este aplica una fuerza sobre nosotros de la misma magnitud, pero de sentido opuesto, a esto se debe que, si lanzamos algo contra un muro, rebota, pues el muro aplica sobre el objeto una fuerza de la misma magnitud que la del objeto al chocar.

El momento de un cuerpo se define como la cantidad de movimiento con que dicho cuerpo cuenta, y normalmente lo calculamos multiplicando la masa del cuerpo por su velocidad. La Ley de Conservación de Momento indica que un cuerpo en movimiento (sobre el que no actúan fuerzas externas no compensadas ni de dispersión) mantiene constante su momento. En el caso de un cuerpo que pierda masa, como un cohete espacial, su velocidad deberá aumentar para cumplir la Ley.

“Presión” es una fuerza distribuida sobre un área. Si tenemos un recipiente de volumen constante lleno de aire y continuamente le agregamos más, estaremos aumentando la presión, esto es, comprimiendo gradualmente el gas contenido. Esta presión es ejercida de igual manera en todas las paredes del recipiente.

Abordaje sugerido

Aunque la botella tiene cada vez más aire adentro, su tamaño no ha cambiado y esto hace que, en el interior, el aire esté muy apretado. Hay mucha presión; es como si en un salón en el que normalmente hay 40 niños, de repente metieran 100; estarían muy amontonados, ¿verdad? Pues bien, por la misma presión, el aire empuja las paredes de la botella en todas direcciones. Por la Tercera Ley de Newton, las paredes empujan al aire con la misma fuerza que el aire a ellas. Sin embargo, como la presión es pequeña para romper o mover las paredes de la botella, la presión sigue aumentando hasta que llega un momento en que el aire logra sacar el tapón de su lugar. Ahora el aire sale rápidamente por la boca de la botella y, al hacer esto, también está empujando la botella hacia arriba, que inicialmente no va tan rápido porque tiene el peso del agua. Conforme el líquido sale, la botella es cada vez más ligera, lo que le otorga otro impulso: propulsión.

Así encontramos en nuestro cohete otro fenómeno que también participa: la conservación del momento. Para entender fácilmente este concepto veamos primero qué es el momento con un ejemplo: Si un Volkswagen sedán y un tráiler, que van a la misma velocidad, chocan con un muro, ¿cuál generará un impacto mayor? ¿Por qué? Aunque vayan a la misma velocidad, el tráiler tiene más cantidad movimiento porque tiene una masa mayor; el momento es precisamente la medida de la cantidad de movimiento de un cuerpo y lo podemos conocer multiplicando su masa y su velocidad.

Resulta que el momento de un cuerpo debe conservarse siempre que no haya alguna fuerza externa o dispersora afectándolo. Cuando nuestro cohete acaba de despegar, tiene una velocidad pequeña y una masa que incluye aire y agua, cosas que salen rápidamente de la botella, esto hace que disminuya su masa; pero, como el momento debe conservarse, la velocidad aumenta. Como el agua es más pesada que el aire, el incremento de velocidad es mayor cuando sale agua del cohete que cuando es solo aire.

Datos curiosos

Algo parecido pasa con los cohetes que viajan al espacio: el 90 por ciento del peso que tienen antes de ser lanzados es puro combustible, que es quemado para poder salir del pozo gravitacional de la Tierra; conforme el cohete quema combustible (y va dejando atrás algunas partes), va perdiendo masa, por lo que se incrementa su velocidad.

Video de apoyo

<http://www.grupoquark.com/videos/cohete.html>

Evaluación

Rúbrica de evaluación						
Escuela Secundaria: _____						
Temas: _____						
Subtemas: _____						
Profesor: _____						
No.	Indicador	Excelente (10)	Muy Bueno (9)	Bueno (8)	Regular (7)	Suficiente (6)
1	Desde un inicio cuando rescató las ideas previas que tenía de movimiento aceptó con gusto que no eran científicas y estuvo dispuesto a cambiarlas durante todo el proceso.					
2	Analizó correctamente el eje, tema, y subtemas, respondiendo qué vamos a aprender, cómo lo vamos a aprender, y para qué nos servirá respondiendo de forma amplia y clara.					
3	Entendió la situación problema desde un inicio, la analizó, la dividió en momentos, y se dispuso siempre a resolverla de la mejor manera en conjunto con sus compañeros y el maestro.					
4	La estrategia que elaboró para resolver la situación problema junto con su equipo fue adecuada, así como el plan de acción que creó.					
5	Investigó de manera adecuada los conceptos. Ahora sabe su definición e identificar sus características principales.					
6	Sabe lo que es la trayectoria y el desplazamiento de los objetos, así como explicar de manera científica por qué algo se mueve.					
7	Elaboró tablas de datos de posición y tiempo con datos elaborados desde experimentos con ayuda de herramientas tecnológicas.					
8	Construyó problemas matemáticos a partir de datos experimentales, utilizando las fórmulas matemáticas para resolverlos de la mejor manera, de forma que conoce cómo funcionan, para qué sirve calcularlos y sabe hacerlo siempre.					
9	Elaboró gráficas de posición-tiempo, y velocidad – tiempo.					
10	Interpretó las gráficas dando una explicación clara de cómo está					

	constituida y qué es lo que representa.					
11	Colaboró para hacer la presentación, de forma que en ella se puede ver reflejado el trabajo realizado por usted para ayudar a todos sus compañeros a realizarla.					
12	Asumió sus roles y comisiones de la mejor manera para poder terminar y resolver la situación problema de la mejor manera.					
13	Las actitudes y valores que manifestó fueron siempre las más adecuadas durante todo el proceso trabajando siempre, hablando con respeto y con ímpetu y ganas de aprender.					

Anexo a.

DISCIPLINA- CONTENIDO	PROCESO DE DESARROLLO DE APRENDIZAJE (PDA)
El pensamiento científico, una forma de plantear y solucionar problemas y su incidencia en la transformación de la sociedad.	(1-265:268) Describe problemas comunes de la vida cotidiana explicando cómo se procede para buscarles solución, conoce y caracteriza el pensamiento científico para plantearse y resolver problemas en la escuela y su cotidianidad. (2-152:161) Indaga en diferentes fuentes de consulta las aportaciones de mujeres y hombres en el desarrollo de la Física y su contribución al conocimiento científico y tecnológico a nivel nacional e internacional para valorar su influencia en la sociedad actual.
Unidades y medidas utilizados en Física.	(1-144) Identifica las unidades de medición que se ocupan en su entorno escolar, familiar y en su comunidad. (2-145) Identifica cuáles son, cómo se definen y cuál es la simbología de las unidades básicas y derivadas del Sistema Internacional de Unidades. (3-146:151) Conoce los instrumentos de medición y realiza conversiones con los múltiplos y submúltiplos al referirse a una magnitud.
Interacciones en fenómenos relacionados con la fuerza y el movimiento.	(1-278:289) Experimenta e interpreta las interacciones de la fuerza y el movimiento, relacionados con las Leyes de Newton para explicar actividades cotidianas. (2-126:131) Identifica los elementos y los diferentes tipos de movimiento relacionados con la velocidad y aceleración y realiza experimentos sencillos. (3-190:191) Identifica y describe la presencia de fuerzas en interacciones cotidianas (fricción, fuerzas en equilibrio).

Anexo b.

RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

- Problemas de la vida cotidiana

- ¿Qué fenómenos es posible explicar gracias a la física?
- ¿Qué fue la base de la ciencia?
- ¿Cómo se creó la física moderna? ¿Qué implicaciones tiene la física moderna?
- ¿Cómo se llama el proceso para resolver preguntas o problemas?
- ¿Qué permite el método científico?
- ¿Los estudios y resultados obtenidos en la física que sustentan o mejoran?

- Categorización del pensamiento científico

- ¿A qué se refiere el pensamiento científico? ¿En qué se basa?
- ¿De dónde parte el pensamiento científico?
- ¿Cuáles son las categorías del pensamiento científico para buscar solución a una problemática? ¿En qué consisten específicamente cada una?
- ¿Cuál es la diferencia del pensamiento científico con el cotidiano?

DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO

- ¿Cuál es la función para la que surgió la física?

-Contribuciones al conocimiento científico y tecnológico en el ámbito nacional

- ¿Cómo ha sido el conocimiento científico y tecnológico en la época prehispánica?
- ¿Qué hacían los mayas? ¿Y los aztecas?
- ¿Cómo fue el avance científico y tecnológico durante la colonia española?

Siglo XVI y XVII. Qué hicieron...

Francisco Maurolico.

Bartolomé de la Hera.

Enrico Martínez.

Periodo de la Ilustración. Qué hicieron...

José Antonio de Alzate y Ramírez.

- ¿Cuándo se abrió el primer laboratorio de física en México? ¿Por qué?

- ¿Cómo fue la educación durante la Independencia? ¿Qué pasó con Gabino Barreda? ¿Cómo reformó las secundarias?

Qué han hecho los científicos mexicanos...

Alejandra Jáidar Matalobos.

Manuel Sandoval Vallarta.

Rodolfo Neri Vela.

Ana María Cetto Kramis

Julieta Norma Fierro Gossman.

Julia Tagüeña Parga.

Antígona Segura Peralta.

Juan Manuel Lozano Mejía.

Alberto Barajas Celis.

Miguel Alcubierre Moya.

- Contribuciones al conocimiento científico y tecnológico en el ámbito internacional.

- ¿De qué se encarga la física?

- ¿Cuáles son las áreas de estudio de la física?

- ¿Cuál es la historia de la física?

- ¿Qué griegos aportaron al estudio de la física? ¿Cuáles fueron sus aportaciones?

- ¿Con los aportes de los griegos que avances científicos existieron en la Edad Media?

- ¿La ciencia medieval de los siglos XII y XIV a qué ayudó para el desarrollo de la física? ¿Qué científicos se apoyaron de ello para realizar sus estudios?

- ¿Cuál era el origen de Albert Einstein? ¿Qué estudios realizó?

- ¿Qué hizo Emmy Noether?

- ¿Algo que decir de las aportaciones de Marie Curie?

- Influencia del conocimiento científico y tecnológico en la sociedad

- ¿Para qué sirve el conocimiento científico y tecnológico en la sociedad?

- ¿Cómo se define la tecnología?

- ¿Cuál es la relación entre la ciencia y la tecnología?

¿Algunas aplicaciones de la tecnología?
¿Algunas otras aplicaciones de la física?

MEDIDAS EN LA COMUNIDAD

- Las unidades de medición más útiles en nuestros entornos:

¿De qué dependen los acuerdos respecto a las cantidades?

¿Por qué es útil tener un acuerdo en las cantidades de medida para que sean iguales?

¿En la época prehispánica nuestros antepasados tenían la misma forma de medir? ¿Qué sucedía con la forma en que medían?

¿Cuáles eran las unidades de medida mesoamericanas que utiliza medidas no convencionales para el comparativo?

¿Qué sistema de medición decidieron acordar varias sociedades? ¿Está vigente actualmente?

¿Qué ejemplos hay de ello? ¿Se parece a alguna medida prehispánica? ¿Dónde eran utilizadas estas medidas?

¿Y qué ejemplos hay de algunas comunidades en México? ¿Qué unidades de medida utilizan? ¿Son convencionales o no convencionales? ¿Son exactas de una persona a otra?

¿Conoces otras mediciones más precisas y convencionales que se hacen con instrumentos específicos?

¿En dónde se desecharon las medidas no convencionales? ¿Por qué? ¿Qué pasó derivado de la ineficiencia de las medidas no convencionales?

¿Por qué se pasó de sustituir medidas no convencionales a medidas convencionales? ¿En qué época pasó? ¿Qué sistema se mantuvo sobre el otro?

METROLOGÍA

¿La metrología representa una ciencia? ¿Qué estudia? ¿Qué propone?

¿Cómo ayudan los gobiernos de cada país a la metrología? ¿Qué ofrecen? ¿En México existe alguna institución?

¿Cómo se llama?

- Instrumentos de medición

¿Qué sistema adoptado el Centro Nacional de Metrología (Cenam) en Nuestro país? ¿Cómo se abrevia?

¿Cuántas magnitudes tienen el Sistema Internacional de Unidades (SI)?

¿Cómo se cuantifican? ¿Qué se debe diseñar? ¿Para qué son estos diseños? ¿Quién las elabora?

¿Cuál es el instrumento convencional para medir la longitud o distancia? ¿Dónde se utiliza? ¿Existen varios? ¿Tiene otros nombres?

¿Y cómo sucede cuando queremos medir el tiempo? ¿Cuáles son los instrumentos? ¿Qué medidas se utilizan?

¿Y con la masa?

¿Y para la temperatura? ¿Algunos instrumentos para esta magnitud física? ¿Todos tienen las mismas funciones?

¿Qué pasa para medir la corriente eléctrica o la intensidad de corriente? ¿En qué se mide la corriente eléctrica? ¿Cómo se llama el aparato o dispositivo indicado para esta medición? ¿Algo más que mida?

¿Qué es lo importante en las magnitudes físicas que medimos? ¿Algunos conocimientos que se requieran para las unidades de medida?

¿Cuál es la diferencia entre medidas directas y medidas indirectas? ¿Algunos ejemplos de cada uno de ellos?

- Notación científica y órdenes de magnitud

¿A qué se refieren los órdenes de magnitud? ¿En qué consiste? ¿Cómo se expresan?

¿En qué consiste la notación científica? ¿Cuáles son sus beneficios? ¿Qué es la potencia y cómo se usa en la notación científica?

¿Cuáles son los prefijos de las unidades de medida para expresar las magnitudes físicas y a qué equivalen?

¿Algunos ejemplos concretos que conozcas para ello? ¿Cómo es con los prefijos? ¿Cómo es con la notación científica?

¿Para qué sirven las potencias de base 10?

- Aplicaciones de la metrología

¿Con qué se relaciona la metrología? ¿Por qué es necesaria? ¿Cómo se relaciona con la exactitud?

CUANTIFICACIÓN DE LA REALIDAD

¿Dónde y cuándo se acordó que debían existir patrones de medición? ¿Cuáles fueron sus usos?

¿Qué ciencia estudia las mediciones? ¿Qué sistemas se han usado y cuando se concretó el SI?

- Magnitudes y unidades físicas

¿Cómo se define una magnitud física?

¿Y una unidad de medida qué significa? ¿Algunos ejemplos?

¿Qué establece el Sistema Internacional de Unidades (SI)?

¿En dónde se utiliza el SI y dónde no se usa?

¿Cuáles son las magnitudes en el SI?

-Unidades básicas y derivadas del SI

¿Cuáles son las siete magnitudes físicas fundamentales (unidad básica o fundamental)? ¿Qué unidades de medida tiene cada una? ¿Cuál es su simbología?

¿A qué hace referencia las magnitudes derivadas? ¿Cómo están compuestas las unidades de medida de las magnitudes derivadas?

¿Qué ejemplo tenemos de las magnitudes derivadas?

¿Qué podemos decir de la longitud? ¿Cuáles fueron los procesos de construcción del metro? ¿Cómo se creó esta medida? ¿Qué dificultades hubo para ello?

¿Respecto del tiempo qué podemos decir? ¿Cómo se creó esta unidad de medida?

¿Cómo es el proceso de la magnitud de temperatura? ¿Cuáles existen? ¿Cómo se crearon? ¿Cuál es su unidad fundamental y en qué consiste?

¿Cuál es la unidad de medida de la corriente eléctrica? ¿Cómo funciona esta unidad? ¿Qué se mide con ella? ¿Tiene alguna unidad fundamental? ¿En qué consiste?

¿Qué podemos decir de la cantidad de sustancia? ¿Qué son las entidades elementales en la cantidad de sustancia? ¿Tiene alguna unidad de medida? ¿Tiene algún símbolo?

¿Algo que decir de la intensidad luminosa?

¿Y cómo se estableció la masa?

Anexo c.



Anexo d.

En la comunidad de Ciénega de Jerez y en el rancho de la Ermita tienen pensado incrementar su productividad y expandirse a nuevos productos, para lo cual la primera comunidad produce duraznos y la segunda, manzanas; ambas quieren vender el producto del otro, pero ninguno quiere pasar las especificaciones para ayudarse mutuamente. Los productores de ciénega además de sembrar y cosechar duraznos, quieren también árboles de manzana, pero en la Ermita no les dicen cómo pueden comenzar a sembrar la semilla de la manzana.

En la Ermita quieren tener árboles de manzana y además agregar duraznos a sus cosechas, pero como ellos no dicen su receta de las manzanas, tampoco los de la comunidad de Ciénega les comparten la receta secreta para que tengan excelentes duraznos. Cada uno hace una junta donde

pretenden conocer cómo comenzar a sembrar, pero para eso deben aplicar el pensamiento científico, lo que implica tener un método científico, ambos comienzan espiando al otro e implementan lo que creen que deben hacer para poder sembrar el producto del otro; pero no pueden hacer que su método científico sea correcto, ¿cuál crees que sean los pasos del método científico para descubrir cuando algo nos interesa? ¿Por dónde comenzarías?

Ambos, no pueden ceder, pero deciden comerciar sus productos, a parte de manzanas y duraznos, también miel, productos de limpieza, pinole, lámparas y velas, así como otros más, pero no se han puesto de acuerdo en las unidades de medida que utilizarán, porque intentaron cambiar una manzana por un durazno, pero se dieron cuenta de que no era factible porque los duraznos eran más pequeños, además también quisieron cambiar aceite de cocina por miel, pero cuando lo hacían parecía que los litros de miel contenían más que un litro de aceite, por lo que decidieron llegar a acuerdos a partir de las unidades de medida para que fuera adecuado el comercio, así como los tiempos de entrega, y las características de almacenaje en las bodegas.

Por otro lado, decidieron aclarar la velocidad y aceleración de los camiones, así como la carretera para transportar y la forma de amarrar el producto para que la fricción y fuerza de equilibrio no destruyera el producto tanto en la entrega como al almacenarlo.

Anexo e.

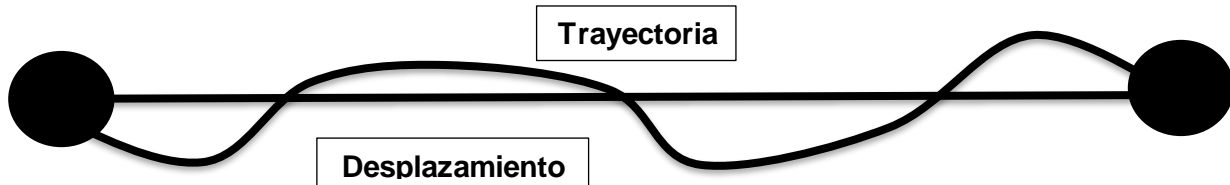
EL MOVIMIENTO DE LOS OBJETOS

¿Cómo podemos saber que lo que pensamos sobre el movimiento es correcto?

En el primer trimestre de ciencias y tecnología II, física... los estudiantes deben estudiar mecánica clásica., es decir, lo referente al movimiento. Para ello, es necesario conocer sobre marco de referencia, posición, distancia y tiempo, desplazamiento y trayectoria, rapidez, velocidad y aceleración.

De manera general, podemos decir que el movimiento es el cambio de posición de un objeto de un lugar a otro. Así de fácil. Cuando un objeto cambia de posición de un lugar a otro podemos decir que algo se mueve. El movimiento podemos conocerlo por medio de nuestros sentidos, pues con ellos podemos percibirlo. Hay varios tipos de movimiento.

Comenzando por lo más simple, el desplazamiento y la trayectoria. Habrá que aclarar que son dos cosas totalmente diferentes. El desplazamiento es una línea recta imaginaria que se traza del punto inicial al punto final, mientras que la trayectoria es todo el camino total recorrido entre estos puntos. Cuando una persona se desplaza, está utilizando la rapidez, mientras que cuando sigue una trayectoria, utiliza la velocidad y aceleración.



La rapidez se refiere a la distancia recorrida en un tiempo determinado. Es una cantidad escalar porque solo se representa la magnitud y sus unidades. La fórmula para representar la rapidez, es $r = d/t$. La rapidez solo se calcula mediante el desplazamiento en línea recta porque es una distancia y un tiempo determinados. Sus unidades son m/s o km/hra; aunque también puede utilizarse km/min, entre otros.

$$r = 25 \text{ km/hra} \quad r = 90\text{m/s}$$

La velocidad se refiere al lapso de distancias en lapsos de tiempo determinados. Es una cantidad vectorial porque tiene magnitud, dirección y sentido, y sus unidades. La fórmula para representar la velocidad, debe ser $v = (df - di) / (tf - ti)$. La velocidad se calcula segmentando una recta en partes para calcular en lapsos de distancia, entre lapsos de tiempo, la velocidad de cada parte del objeto en movimiento. Sus unidades son m/s o km/hra; aunque también puede utilizarse km/min, entre otros.

$$v = 25 \text{ km/hra SE } 310^\circ \quad v = 90\text{m/s NE } 65^\circ$$

La aceleración se refiere al cambio de velocidad en un lapso de tiempo determinado. La fórmula para representar la aceleración, debe ser $a = (vf - vi) / (tf - ti)$. La aceleración se calcula una vez que se segmenta en partes y se calcula la velocidad, se saca teniendo en cuenta los lapsos de tiempo y distancia, en resumen, tomando en cuenta lapsos de velocidades determinadas. Sus unidades son m/s^2 o km/hra^2 ; aunque también puede utilizarse km/min^2 , entre otros.

$$a = 25 \text{ km/hra}^2 \text{ SE } 310^\circ \quad a = 90\text{m/s}^2 \text{ NE } 65^\circ$$

Anexo f.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD

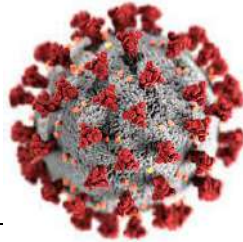
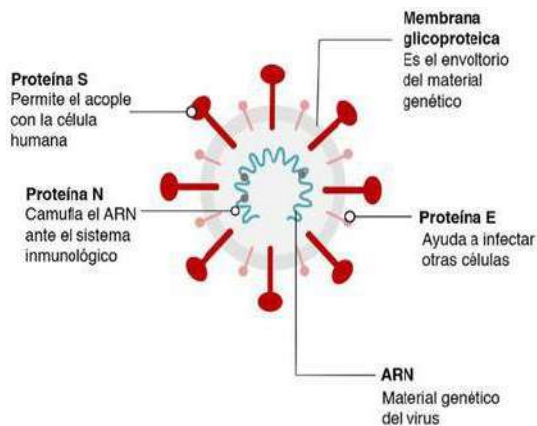
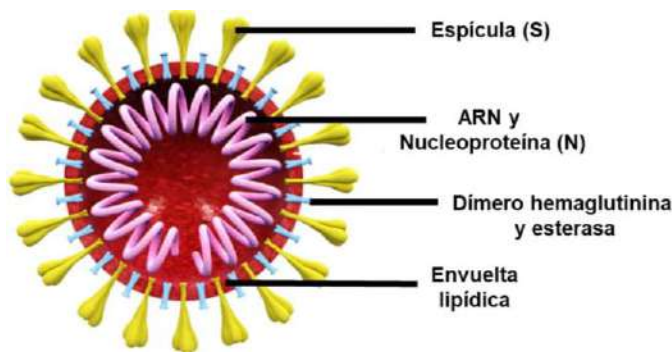


Imagen real del SARS coV-2 [

Estructura del virus Covid-19;

Sars Cov-2; Coronavirus.



El Coronavirus consta de cuatro elementos principales, que conforman sus componentes o características:

1.- Espícula o espiga: es la Proteína S, por donde se transmite el material genético que infecta a las células humanas sanas.

2.- ARN y Nucleoproteína: el Ácido RiboNucleico, contiene el material genético del virus, es decir, les dice a las proteínas cómo funcionar para atacar a las células sanas de los humanos. Junto a este ácido, se encuentra la Nucleoproteína o Proteína N, que le da el “camuflaje” al ARN, para que las células humanas no activen el sistema inmunológico, y pueda entrar al organismo.

3.- Dímero hemaglutinina y esterasa: es la Proteína E, y ayuda a infectar a otras células.

4.- Envoltura lipídica o membrana de glicoproteína: es el envoltorio del material genético, es decir, la capa liposa, la capa grasosa, que envuelve a todo el virus

Proteínas:

S → La Proteína S (spike), ayuda a que la sangre se coagule.

N → La proteína N (nucleoproteína), ayuda a hacer “invisible” el virus para las células humanas

E → La proteína E (enga) es la capa de defensa del virus que ayuda a que no se destruya, como su escudo de defensa, además de mantener unida a las células que infecta fuertemente, como un pedregamento.

G → Proteína G (glicoproteína) capa de grasa.

El coronavirus, es miembro de los virus coronarios, los cuales son siete y a todos se les llama o se les puede llamar coronavirus. Los primeros cuatro son bastante comunes, y están presentes en un resfriado o una gripe, y no tienen consecuencias graves para la población. Son los siguientes: 1.- HCoV-229E. 2.- HCoV-OC43. 3.- HCoV-NL63. 4.- HCoV-HKU1. Pero de estos se han

desprendido los demás que son más infecciosos y letales, sino se toman las medidas adecuadas. Como el virus número 5.- MERS-CoV, apareciendo como una mutación del SARS-CoV, y por sus siglas en inglés significa Síndrome Respiratorio de Oriente Medio, apareciendo en el 2012, en 27 países de Asia, Europa, África y EE. UU., infectando a 2,500 personas, con 850 decesos, tasa de letalidad del 34.5 %, no siendo muy contagioso.

Otra variante de los virus coronarios, es el 6.- SARS-CoV, que por sus siglas en inglés quiere decir Síndrome Respiratorio Agudo Severo, que en noviembre del 2002 generó un brote al sur de China, infectando a 8,400 personas en 26 países de Asia, Europa y América, con 800 decesos, con una letalidad del 9.6%, afectando gravemente a Japón, pero fue contenida en el verano del 2003, y desde el 2004 no se habían reportado casos del SARS-CoV.

El séptimo coronavirus, 7.- es el último de la familia de los virus coronarios, llamado SARS-CoV-2, que apareció en diciembre del 2019, por lo que se abrevia para llamarlo de manera coloquial COVID-19. En realidad, el SARS-CoV-2 es el nombre del virus, y COVID-19 es el nombre de la enfermedad que causa, llamado así por el año en que apareció. El virus se llama SARS-CoV-2, porque es una mutación del virus SARS-CoV, aparecido en China y Japón en el 2002, por ello en número dos.

Este virus tuvo una mutación, pues las mutaciones aparecen cuando el virus se hace más fuerte que el sistema inmunológico de a quien ataca, porque las personas se automedican y utilizan antibióticos, pastillas o inyecciones cuando no las necesitan.

Síntomas comunes: a) fiebre b) tos c) cansancio d) pérdida del gusto o el olfato.	Síntomas menos comunes: e) dolor de garganta f) dolor de cabeza g) dolores y molestias h) diarrea i) erupción en la piel o decoloración de los dedos de las manos o pies j) ojos rojos o irritados.	Síntomas graves: k) dificultad para respirar o falta de aire l) pérdida del habla o la movilidad, o confusión m) dolor en el pecho.
--	--	---

En resumen, el COVID-19, es una enfermedad infecciosa causada por el virus SARS-CoV-2. La mayoría de las personas al enfermarse lo harán levemente y se recuperarán sin necesitar tratamiento, 9 de cada 10. Pero 1 de cada 10 presentará síntomas graves, en especial las personas

mayores, o quienes tienen enfermedades anteriores como diabetes, cardiovasculares, respiratorias o cáncer; aunque cualquier persona a cualquier edad puede contraer el virus.

Busque atención médica inmediata si tiene síntomas graves. Llame siempre antes de acudir a su médico o establecimiento de salud. Las personas con síntomas leves que, por lo demás, estén sanas, deben controlar sus síntomas en casa. Por término medio, el periodo de incubación del virus, gracias a su proteína N, hace que los síntomas tarden entre 5 o 6 días en aparecer desde que una persona se infecta con el virus, pero pasados los 14 días, se considera una persona sana, pues su sistema inmunológico ha actuado atacando el virus y venciénolo. Pero es importante prevenirlo, en especial, lavándonos las manos constantemente, ya que el jabón rompe la capa liposa o grasosa del virus, destruyéndolo.

Para prevenir la infección y frenar la transmisión de la COVID-19, haga lo siguiente: *Vacúnese cuando haya una vacuna disponible para usted. * Manténgase al menos a 1 metro de distancia de los demás, aunque no parezcan estar enfermos. *Utilice una mascarilla bien ajustada cuando no sea posible el distanciamiento físico o cuando se encuentre en lugares mal ventilados. * Elija los espacios abiertos y bien ventilados en lugar de los cerrados. Abra una ventana si está en el interior. *Lávese las manos regularmente con agua y jabón o límpielas con un desinfectante de manos a base de alcohol. *Cúbrase la boca y la nariz al toser o estornudar. *Si se siente mal, quédese en casa y aíslese hasta que se recupere.

Al día 22 de noviembre del 2021, hay 258,000,000.00 contagios, y 5,160,000.00 muertes, en el mundo. Por su parte México, tiene 3,860,000.00 contagios, y 293,000.00 decesos. En el Estado de Zacatecas, existen para la misma fecha, 41,912.00 contagios, y 3,401.00 fatales. Ojocaliente, es el décimo municipio del Estado en casos acumulados, teniendo un total de 539, con 81 decesos, y 445 recuperados; encontrándose 13 habitantes hospitalizados actualmente en los servicios de salud de la capital o recuperándose en casa.

Finalmente, cabe aclarar que la enfermedad del COVID-19, comenzó como epidemia en Wuhan, China el 31 de diciembre del 2019, porque una epidemia es cuando existe una enfermedad propagándose en un país, pero se declaró pandemia el 11 de marzo del 2020, porque una pandemia es cuando se extiende a varios países. Cuando la epidemia del coronavirus en China se declaró

pandemia, fue porque se habían contagiado 114 países, con 4,291.00, muertes, y 118,00.00; siendo tres países los más afectados: China, Corea del Sur, e Italia.

Aparición del virus: 27 de diciembre. Decretado oficialmente 3 de diciembre.

Wuhan (27 de diciembre) □ Tailandia (13 de enero con 2,204.71 kms) □ Corea del Sur (14 de enero con 3,460 kms) □ Taiwan (14 de enero con 1,506 kms) □ EE. UU. (15 de enero con 12,233 kms) □ Francia (22 de enero con 7661 kms) □ Italia (31 de enero con 928.61 kma) □ Brasil (26 de febrero con 9,064 kms). Llegada a México: 27 de febrero con 6,924 kms (desde Italia con 10,141 kms).

Distancia de Wuhan, China., a México: 12,810 Km.

Proceso en México: Ciudad de México (27 de febrero) □ Sinaloa (28 de febrero con 1286 km) □ Coahuila (29 de febrero con 1054 km) □ Chiapas (01 de marzo con 1730 km) □ Estado de México (06 de marzo con 928 km) □ Querétaro (11 marzo OMS clasifica el virus como pandemia con 171) □ Zacatecas 18 de marzo (118 casos confirmados con 450 km).

Distancia de Cd. Mx. A Zacatecas: 601.4 Km. (601 400 metros).

Anexo g.

Conversión de las unidades de medida más utilizadas en nuestro entorno.

Unidades de medida de Distancia						
mm	cm	dm	m	dam	hm	Km
0.001	0.01	0.1	1	10	100	1000
Unidades de medida de la masa						
mg	cg	dg	g	dag	kg	Kg
0.001	0.01	0.1	1	10	100	1000
Unidades de medida de Distancia						
ms	cs	ds	s	min	hra	Día

0.001	0.01	0.1	1	60	3,600	86,400
-------	------	-----	---	----	-------	--------



El Sistema Internacional de Unidades establece de forma objetiva las mediciones que las personas hacen a diario; es una convención para comunicarse y realizar, de manera precisa, actividades comerciales, industriales y científicas.

Anexo h.

Diseño Experimental	
Nombre de la comisión: Nombre del experimento: Tema a tratar: Preguntas a resolver: Hipótesis: Material: Procedimiento: Conclusión:	Dibujo:

Anexo i.

EXAMEN
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA II, FÍSICA
Primer Trimestre

El presente examen está diseñado para responderlo respecto del tema de MOVIMIENTO que hemos estado trabajando, con los subtemas de rapidez, velocidad y aceleración. Sé que te irá excelente y que lo pasarás con muy buena calificación. Ánimo y adelante. Recuerda: puedes usar calculadora, formulario, y regla o escuadra para completarlo.

Instrucciones: Relaciona cada aspecto de la investigación, en el inciso según corresponda.

Actividad 1. Relaciona ambas columnas según corresponda.

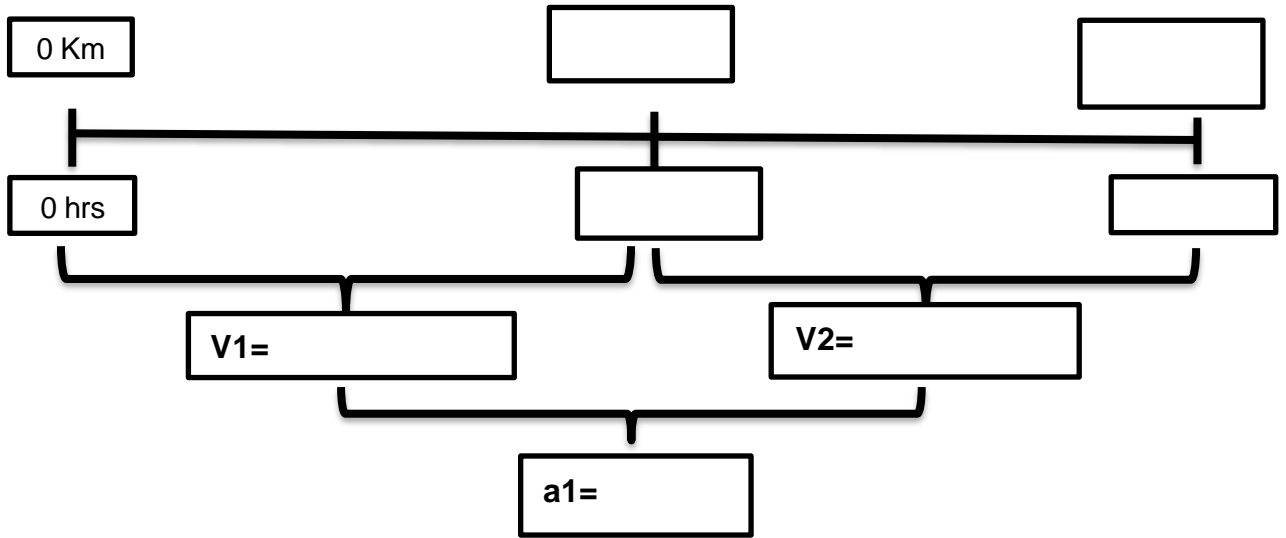
Definición:	
a) Rapidez.	(___) Se refiere al cambio de velocidad en un lapso de tiempo determinado.
b) Velocidad.	(___) Es el recorrido de una distancia en un tiempo determinado.
c) Aceleración	(___) Es el recorrido en lapsos de distancia, entre lapsos de tiempo.
Fórmula:	
a) Rapidez.	(___) $a = (v_f - v_i) / (t_f - t_i)$
b) Velocidad.	(___) $r = d / t$
c) Aceleración	(___) $v = (d_f - d_i) / (t_f - t_i)$
Unidades:	
a) Rapidez.	(___) m/s ó km/hrs
b) Velocidad.	(___) m/s^2 ó km/hra^2
c) Aceleración.	(___) m/s ó km/hrs
Cantidad:	
a) Rapidez.	(___) Vectorial.
b) Velocidad.	(___) Vectorial.
c) Aceleración.	(___) Escalar porque solo tiene magnitud.

Actividad 2. Completa la recta, tabla de datos, sistematización matemática, y gráfica de aceleración.

Situación problema: un transbordador espacial llamado Space X del hombre más rico del mundo, Elon Musk, lanzó su cohete el 6 de febrero del 2018. Despegó para llegar a los 50 kilómetros en la última capa del planeta Tierra, tardándose 2.2 horas; para finalmente llegar a la Estación Espacial Internacional que está a 308 kilómetros, con un tiempo estimado de 6.2 horas.

a) Completa su recta para conocer su distancia, tiempo, velocidad y finalmente la aceleración.

RECTA



Actividad 3. A partir de la recta anterior, completa la siguiente tabla de datos de velocidad.

Tabla de datos de velocidad					
Nombre	Velocidad	Distancia		Tiempo	
	V1	di=	df=	ti=	tf=
	V2	di=	df=	ti=	tf=

Actividad 4. A partir de la tabla de datos anterior, completa los cálculos de velocidad, y una vez que los termines, recuerda ponerlos en la recta.

Sistematización matemática de velocidad				
Datos	Fórmula	Sustitución	Operación	Resultado
V1= di= df= ti= tf=				
V2= di= df= ti= tf=				

Actividad 5. A partir de los datos de la sistematización anterior, realiza la gráfica de velocidad. Realízala en la parte de atrás de la primera hoja.

Actividad 6. Con los datos que has obtenido hasta ahora, completa la tabla de datos de aceleración.

Tabla de datos de aceleración					
Nombre	Aceleración	Velocidad		Tiempo	
	a_1	$V_i=$	$V_f=$	$t_i=$	$t_f=$

Actividad 7. A partir de la tabla de datos anterior, completa el cálculo de aceleración; una vez que lo termines, recuerda ponerlo en la recta.

Sistematización matemática de aceleración				
Datos	Fórmula	Sustitución	Operación	Resultado
$a_1=$ $d_i=$ $d_f=$ $t_i=$ $t_f=$				

Actividad 8. A partir de los datos de la sistematización anterior, realiza la gráfica de aceleración. Realízala en la parte de atrás de esta hoja.

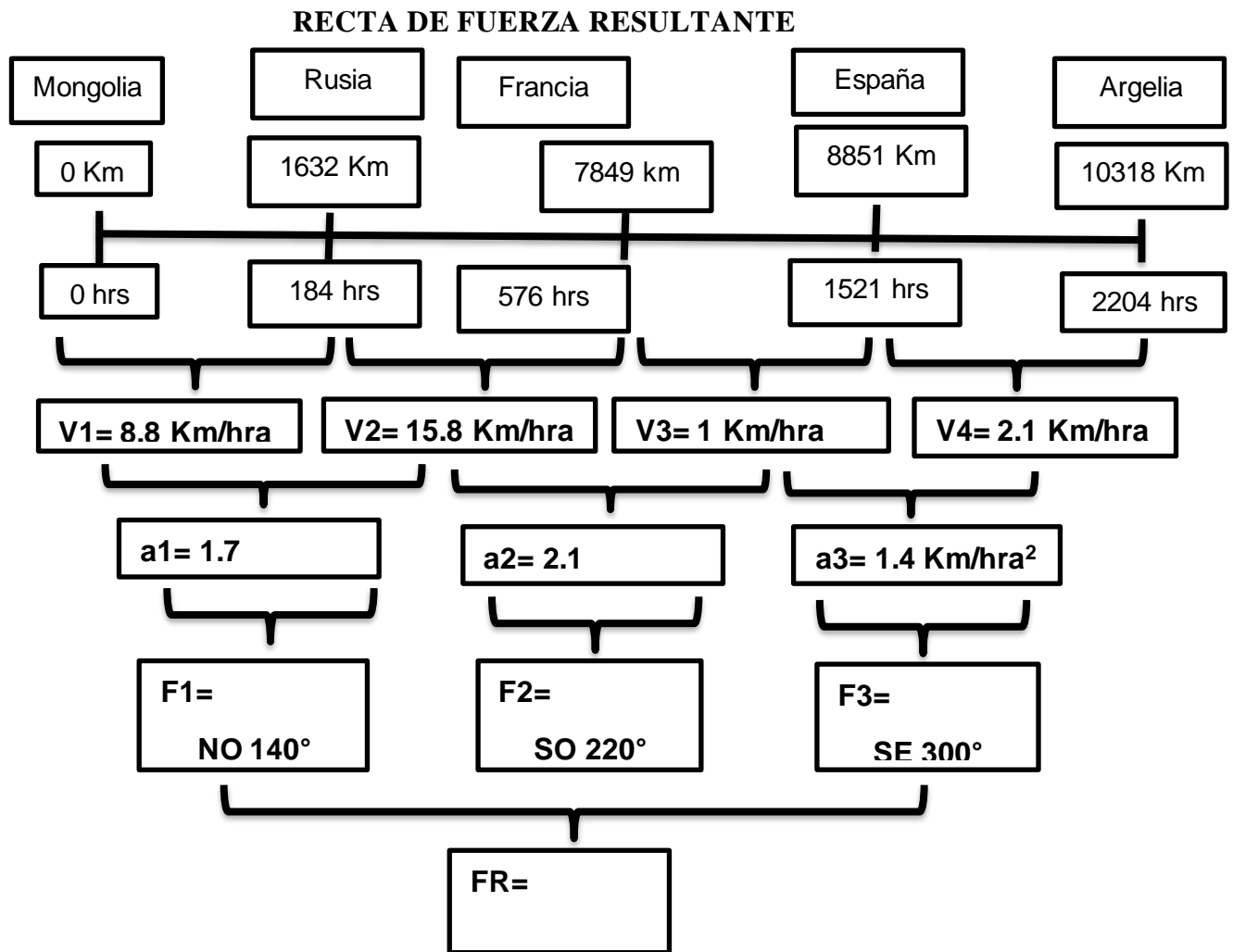
Actividad 9. Relaciona ambas columnas según corresponda.

Fuerza	
a) Fuerza.	(___) Se refiere a la masa del objeto multiplicada por su aceleración, es una magnitud vectorial, y se mide en Newton.
b) Fuerza resultante.	(___) Es el resultado de la suma de varias fuerzas, que puede ser por el método gráfico del polígono y paralelogramo, o método analítico.
Leyes de Newton.	
c) Primera Ley de Newton.	(___) Explica que a toda fuerza de acción, le corresponde una de reacción, igual en magnitud pero en sentido contrario, ya que las fuerzas siempre se representan en pares.
d) Segunda Ley de Newton.	(___) Se refiere a la relación entre fuerza – masa – aceleración; cuando el objeto tiene mucha masa, tiene más fuerza, pero menos aceleración; si el objeto lleva mucha aceleración, debe llevar más fuerza, pero tendrá menos aceleración.
e) Tercera Ley de Newton.	(___) También conocida como ley de la inercia. Explica que un objeto se mantiene en estado de reposo o movimiento rectilíneo uniformemente acelerado, a menos que exista una fuerza que lo impida.

Actividad 10. Completa la recta, tabla de datos, sistematización matemática, y suma de fuerzas por el método del polígono (habrá que hacer también un diagrama de cuerpo libre).

Situación problema: La peste negra, que comenzó como una epidemia, fue la pandemia de peste bubónica más devastadora de la historia de la humanidad, que afectó a Eurasia en el siglo XIV y que alcanzó un punto máximo entre 1347 y 1353 en Europa, terminando al final en el norte de África. Su recorrido fue Mongolia a Rusia, luego a Francia, después a España y finalmente a Argelia. Démonos cuenta que comenzó en Asia, pasando por Europa y finalmente África, terminando con la mitad de la población de ese entonces. El *nombre de la bacteria* es Yersinia Pestis.

f) Completa su recta para conocer su distancia, tiempo, velocidad y finalmente la aceleración.



Actividad 11. A partir de la recta anterior, completa la siguiente tabla de datos de fuerza.

Tabla de datos de FUERZA			
Nombre	Fuerza	Masa	Aceleración
	F1=		a1 =

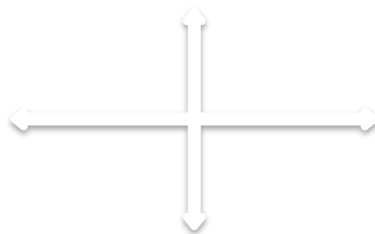
	F2=	Masa total del virus = 4 kg	a2 =
	F3=		a3 =

Actividad 12. A partir de la tabla de datos anterior, completa los cálculos de Fuerza, y una vez que los termines, recuerda ponerlos en la recta.

Sistematización matemática de Fuerza				
Datos	Fórmula	Sustitución	Operación	Resultado
F1= m= a1=				
F2= m= a1=				
F3= m= a1=				

Actividad 13. A partir de los datos que obtuviste de fuerza, calcula TRAZANDO la Fuerza Resultante por el método gráfico de suma vectorial: **Polígono**. Primero deberás realizar el **diagrama de cuerpo libre** completando todos los datos que le faltan, después y en el reverso de esta hoja, elabora los trazos para la **suma vectorial**. Cuando termines, recuerda agregarlo en la recta.

DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE



Alumno/a:_____.

Aciertos:_____.

Referencias – instrumentaciones

Alonso Tapia, Jesús. (1999). Motivación y aprendizaje en la enseñanza secundaria. En: *Psicología de la instrucción: la enseñanza y el aprendizaje en la educación secundaria*. Coll, C. (Coord). Pp. 105-140.

Astolfi, Jean Pierre (1999). ¿Qué estatus se le da al error en la escuela? En: *El “error”, un medio para enseñar*.

Ausubel, D. P. (1968). Educational psychology: a cognitive view.

Ausubel, D. P.; Novak, J. D. y Hanesian, H. (2019). Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo.

Carretero, M. (1996). Construir y enseñar las ciencias experimentales.

Delval, Juan. (2014). El aprendizaje y la enseñanza de las ciencias sociales y experimentales.

Dewey, J. (2010). Experiencia y educación.

Díaz Barriga, F. (2006). Enseñanza situada: vínculo entre la escuela y la vida.

Díaz Riva., M., Fernández Chaucayanqui, S., y Holguín Álvarez, J. A. (2021). Modificación de los procesos cognitivos mediante conflictos estructurales con aplicativos de gamificación formal. *Revista científica de educación Dialnet*. (8). Pp. 68-79.

González Espinoza, J. (2017). La resolución de problemas y planteamiento de problemas como estrategia metodológica en clases de matemáticas. 3 (39). *Atenas*. Pp.63-72.

Gvirtz, S., y Palamidessi, M. (1998). El ABC de la tarea docente: currículum y enseñanza.

Laborde Aramburú, G. J. (2004). Proyecto: tecnología y educación a distancia en América Latina y el Caribe.

Nieda, J., y Macedo, B. (1997). Un currículo científico para estudiantes de 11 a 14 años.

Perkins, D. (2000). La escuela inteligente.

Perrenoud, P. (2004). Diez Nuevas competencias para enseñar.

Piaget, J. (1957). Construcción de la realidad en el niño.

Pozo, J. I. (1997). Teorías cognitivas del aprendizaje.

Pozo, J. I. (1999). Más allá del cambio conceptual: el aprendizaje como cambio representacional. En: *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*. 3 (17). Pp. 513-520.

Pozo, J. I. (2006). Adquisición del conocimiento.

Pozo, J. I. (2007). Ni cambio, ni conceptual: la reconstrucción del conocimiento científico como un cambio representacional. En: *Pozo, J. I., y Flores, F. (2007). Cambio conceptual y representacional en el aprendizaje y la enseñanza de la ciencia.*

Pozo, J. I., y Flores, F. (2007). Cambio conceptual y representacional en el aprendizaje y la enseñanza de la ciencia.

Pozo, J. I., y Gómez Crespo M. A. (2013). Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico.

Saavedra R., M. S. (1980). Técnicas de investigación social para la elaboración del documento recepcional.

Saint-Onge, M. (2000). Yo explico pero ellos... ¿aprenden?

SEP. (2022). Plan de Estudios de la educación básica.

Vygotsky L. S. (1995). Pensamiento y lenguaje.

Zabala Vidiella, A., y Arnay, L. (2007). 11 ideas clave cómo aprender y enseñar competencias.