



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS
“Francisco García Salinas”
UNIDAD ACADÉMICA DE DOCENCIA SUPERIOR
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN Y DESARROLLO PROFESIONAL
DOCENTE

Tesis

**FUERZA COMO CONOCIMIENTO CIENTÍFICO MEDIANTE
PRÁCTICAS EXPERIMENTALES Y EL SIMULADOR
INTERACTIVO PHET, EN UN GRUPO DE 3º DE LA
PRIMARIA MIGUEL HIDALGO, HACIENDA NUEVA,
ZACATECAS**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN EDUCACIÓN Y DESARROLLO
PROFESIONAL DOCENTE**

PRESENTA:

Lic. Xavier Rodríguez Vázquez

Directora:

Dra. Elizabeth Gómez Rodríguez

Zacatecas, Zac.; Noviembre de 2025.

RESUMEN

Esta tesis presenta un proyecto de intervención educativa cuyo objetivo fue promover la interpretación del concepto de fuerza en estudiantes de tercer grado de primaria (3°B) mediante prácticas experimentales y el uso del simulador PhET. La metodología con un enfoque cualitativo-descriptivo incluyó pretest, intervención y posttest, además de un diario de campo. Los resultados mostraron avances significativos, donde se destaca el valor de estrategias vivenciales para el aprendizaje de las ciencias en primaria. Se concluye que estas prácticas favorecen una comprensión más profunda.

Palabras clave: Ciencias, Primaria, Actividades experimentales, PhET.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo de investigación fue realizado gracias al apoyo económico de la Beca Nacional de Posgrado otorgada por el antes Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología (CONAHCYT) ahora Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI), durante el periodo de (agosto del 2023- agosto del 2025). Mi agradecimiento a esta institución.

Agradezco de igual forma a la Universidad Autónoma de Zacatecas “Francisco García Salinas”, a través de la Unidad Académica de Docencia Superior y la Maestría en Educación y Desarrollo Profesional Docente, por la oportunidad de concluir mi formación de posgrado en el nivel de Maestría.

Y al personal Docente de esta misma Maestría, puesto que más allá de otorgarme su conocimiento, me brindaron su apoyo tanto dentro como fuera de la Institución, situación que considera a las y los Doctores que participaron en la mejora de este proyecto.

Zacatecas, Zacatecas, México; 2025.

Xavier Rodríguez Vázquez.

Generación (2023-2025) MEDPD.

DEDICATORIA

Esta tesis la dedico a mi familia principalmente, a mi madre Amelia Vázquez Villa, a mi hermano el Dr. Alan Rodríguez Vázquez y a mi hermana la Mtra. Ashly Rodríguez Vázquez, que siempre han sido mi mayor inspiración y mi motor de vida, quienes a pesar de las circunstancias me han apoyado y me han sostenido e impulsado para levantarme después de mis caídas. Han sido mi ejemplo de fortaleza, de fe y de esperanza, los amo con toda mi alma; todo lo que he logrado ha sido por y para ustedes.

A la Dra. Elizabeth Gómez Rodríguez, quien ha sido una persona ejemplar, que ha estado presente en mi desarrollo personal como profesional. Una mujer y madre admirable, y una profesionalista loable en toda la extensión de la palabra. Quien, con su apoyo constante, fue posible la realización de esta investigación, y que dejó una huella imborrable en mí y en una gran cantidad de compañeras y compañeros, y de estudiantes quienes fueron partícipes en esta investigación.

Y finalmente, a todas aquellas personas que en estos momentos sentimos que “la vida nos golpea con fuerza”. Debemos recordar que la fuerza es una interacción que modifica el estado de un cuerpo. Es por ello que podemos elegir aprovechar esta fuerza para impulsarnos a cambiar, movernos, transformarnos, no detener nuestro proceso, sino, usar esta acción a nuestro favor, y dirigirnos hacia donde realmente queremos estar. Mientras tengamos vida, siempre quedarán movimientos por hacer.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	17
LA NUEVA ESCUELA MEXICANA Y LA CIENCIA EN PRIMARIA.....	17
1.1 Modelo educativo mexicano.....	17
1.1.1 Plan de Estudios del 2022 y la NEM	22
1.2 Conceptos de Física que se abordan en tercer grado de primaria y las finalidades del Campo Formativo de Saberes y Pensamiento Científico	29
1.2.1 Sugerencias metodológicas de la NEM para el desarrollo de proyectos educativos.....	31
1.3 Análisis de estrategias de enseñanza-aprendizaje y sus tipos	33
1.3.1 Definición de estrategias de enseñanza-aprendizaje y sus tipos.....	34
1.3.2 Estrategias de enseñanza de conceptos científicos en tercer grado de primaria 41	
CAPÍTULO II	51
RECURSOS EDUCATIVOS, ACTIVIDADES EXPERIMENTALES Y SIMULADOR PHET PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS.....	51
2.1 Concepto de fuerza	52
2.1.1 Actividades experimentales para la enseñanza-aprendizaje de conceptos físicos	59
2.2 Recursos Educativos y Materiales Didácticos.....	70
2.3 Recursos Educativos Digitales (RED), Recursos Educativos Abiertos (REA) y Recursos Educativos Digitales Abiertos (REDA).....	73
2.3.1 ¿Por qué PhET para la explicación del concepto de fuerza?	81
CAPÍTULO III	90
INTERVENCIÓN DIDÁCTICA EN LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE FUERZA EN TERCER GRADO DE PRIMARIA	90
3.1 Contexto del lugar y la población de estudio.....	94
3.2 Instrumentos utilizados	98
3.2.1 Diario de Campo	99
3.2.2 Encuesta (Prueba) diagnóstica y de evaluación final (pretest y postest)....	101
3.2.2.1 Categorización del instrumento	103
3.2.3 Validación y adecuación de la prueba.....	105
3.3 Diseño e intervención didáctica bajo el modelo ADDIE.....	107

3.3.1	Análisis	108
3.3.2	Diseño	115
3.3.3	Desarrollo.....	118
3.3.4	Implementación.....	120
3.3.5	Evaluación	130
3.3.6	Análisis de resultados	137
CONCLUSIONES		140
REFERENCIAS.....		148
ANEXOS.....		158

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Fase de acuerdo con el nuevo Plan de Estudios y edades aproximadas	28
Tabla 2. Procesos de Desarrollo de Aprendizaje (PDA) en el Tercer grado	30
Tabla 3. Actividades de enseñanza y tareas.....	36
Tabla 4. Licencias CC	78
Tabla 5. Comparativa de simuladores educativos para la enseñanza de la Física ...	82
Tabla 6. Preguntas seleccionadas del instrumento de Martínez (2013), utilizadas como pretest y postest (ver Anexo B)	102
Tabla 7. Categorización de las respuestas	104
Tabla 8. Respuestas obtenidas en el pretest (diagnóstico)	110
Tabla 9. Planeación de la intervención	116
Tabla 10. Respuestas obtenidas en el postest (Final)	131
Tabla 11. Respuestas en Pretest de cada estudiante.....	135
Tabla 12. Respuestas en Postest de cada estudiante	135

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estado de reposo provocado por la fuerza de fricción	62
Figura 2. Deformación por compresión	63
Figura 3. Atracción y repulsión entre imanes y sus campos magnéticos.....	64
Figura 4. Principio de Arquímedes para una moneda.....	67
Figura 5. Principio de Arquímedes para un transatlántico	69
Figura 6. Homepage de PhET.....	84
Figura 7. Simulaciones en PhET.....	85
Figura 8. Fuerza y movimiento: intro, simulación de PhET	87
Figura 9. Imán y brújula, simulación de PhET.....	88
Figura 10. Densidad, simulación de PhET	88
Figura 11. Actividad 1 del día 1 “Empujar para mover”	122
Figura 12. Actividad 2 del día 1 “Esferas en movimiento”	123
Figura 13. Actividad 1 del día 2 “Carritos en diferentes superficies”	124
Figura 14. Actividad 2 del día 2 “Resistencia al movimiento con cuerpos de diferente masa”.....	125
Figura 15. Diferentes superficies, diferente resistencia al movimiento	126
Figura 16. Actividad del día 3 “Estira y afloja”	127
Figura 17. Proyección de la simulación “Fuerzas y movimiento: intro”	129

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Respuestas en el Pretest.....	111
Gráfico 2. Respuestas en el Posttest	132
Gráfico 3. Comparación de resultados del pretest y posttest.....	134

ACRÓNIMOS

ABP	Aprendizaje Basado en Problemas
AS	Aprendizaje Servicio
ADDIE	Análisis Diseño Desarrollo Implementación y Evaluación
ANMEB	Acuerdo Nacional para la Modernización de la Educación Básica
CC	Creative Commons
CCT	Clave de Centro de Trabajo
CTSA	Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente
LTG	Libros de Texto Gratuitos
NEM	Nueva Escuela Mexicana
PDA	Procesos de Desarrollo de Aprendizaje
PhET	Physics Education Technology
PISA	Programme for International Student Assessment
RA	Realidad Aumentada
REA	Recurso Educativo Abierto
RED	Recurso Educativo Digital
REDA	Recurso Educativo Digital Abierto
RIEMS	Reforma Integral de la Educación Media Superior
SEP	Secretaría de Educación Pública
STEAM	Science Technology Engineering Arts and Mathematics
TCR	Talleres de Ciencia Recreativa

INTRODUCCIÓN

Actualmente en 2025 la sociedad mexicana cuenta con el proyecto educativo conocido como la Nueva Escuela Mexicana (NEM), cuyas acciones entraron en aplicación a partir del ciclo escolar 2023-2024. Dicha iniciativa fue aprobada por el gobierno del presidente Andrés Manuel López Obrador, con el propósito de derogar la Reforma Educativa efectuada en el 2013 (Gobierno de México, 2020).

De acuerdo con el nuevo Plan de Estudios 2022, los grados escolares son sustituidos por fases¹ que refieren la educación inicial (primera fase); preescolar (segunda fase); primaria compuesta por tres fases (tercera 1º y 2º grados, cuarta 3º y 4º grados y; quinta 5º y 6º grado) y educación secundaria en la sexta fase (Secretaría de Educación Pública, 2023a). Al centrar la atención en la fase cuatro, específicamente en el tercer grado (8-9 años de edad), se puede observar que entre los temas que se abordan, se encuentra el de los efectos de la aplicación de fuerza (Secretaría de Educación Pública, 2023b).

Con lo anteriormente mencionado, se afirma que el alumnado está familiarizado con la observación de fenómenos físicos desde temprana edad. No solo desde que convive con su entorno es posible adquirir conocimientos de varios fenómenos de la naturaleza, sino que también las instituciones colaboran en la formalización de los conceptos que ayudan a la explicación de dichos fenómenos.

¹ La organización curricular por fases es “para poner atención en la continuidad del proceso educativo a lo largo de los cuatro niveles de la educación básica [...] en concordancia con el desarrollo de aprendizajes de las y los estudiantes en su complejidad y especificidad” (SEP; 2023, pp. 139-140).

Esto remite a la discusión de las condiciones cognitivas que poseen las y los estudiantes de aprender conceptos de las ciencias físicas y a la existencia de recursos educativos para tal fin. Las ciencias físicas se consideran un desafío generalmente para los estudiantes, puesto que una de las principales dificultades en la enseñanza de esta materia, viene de los conocimientos previos, que de cierta forma interfieren en el aprendizaje de nuevos conceptos (Clement, 1982).

Para varios autores estas ideas son consideradas “preconcepciones”, como es el caso de Novak (1983); aunque para Pozo & Gómez (1998), las ideas son concebidas como concepciones alternativas o conocimientos previos, donde estas categorías son relevantes en el campo formativo en cuestión.

Para favorecer el proceso de desarrollo de estas ideas en el conocimiento científico del alumnado, es necesario que se genere un cambio conceptual (proceso de reestructuración de un contenido o una idea de un aprendizaje previamente adquirido (Striker & Posner, 1985)), basado en una perspectiva epistemológica evolutivo-constructivista, al prestar atención en la estructuración de las actividades de enseñanza (Harres, 2005).

Con el fin de vencer tales desafíos, el profesorado reconoce que los recursos educativos, como elementos mediadores en el proceso de aprendizaje, estimulan los sentidos, promueven el desarrollo de habilidades, capacidades y valores; mejoran la organización en los estudiantes y favorecen la adquisición de competencias de investigación (Eguren, de Belaunde & González, 2005).

Se ha identificado que las ciencias pueden ser enseñadas y aprendidas a través de una gran variedad de estrategias con ayuda de recursos educativos. Entre estos recursos resaltan las prácticas experimentales, que son fundamentales en la

enseñanza de las ciencias, ya que permiten el estimulan el fortalecimiento de destrezas, pensamiento e investigación, además de que proporcionan un gran valor y refuerzan el interés por las mismas (Pro, 2011; Rodríguez, Colmenero & Ortiz, 2017; Cabrera, 2021).

Por su parte, Dewey (1986) hablaba de una relación directa entre la educación progresiva y la importancia de la experiencia como principio básico del aprendizaje. Indica también, que esta educación progresiva debe estar basada en un enfoque experimental, justo como el de la ciencia empírica, además de que cada experiencia debe construirse sobre la anterior, con el fin de que se desarrollen conexiones entre ellas y sean aplicadas de manera efectiva.

Piaget (1950), aborda el desarrollo del pensamiento y la cognición, el cual comienza a lo largo de la infancia, y en donde el sujeto es constructor del conocimiento en un proceso continuo de adaptación. El niño como un pequeño científico explora y experimenta con el entorno, así desarrolla una comprensión cada vez más compleja y abstracta.

Los aportes de Piaget al enfoque constructivista, destacan la importancia del aprendizaje activo, en el cual la manipulación y la experiencia directa son imprescindibles. Es por lo anterior, que se puede relacionar su teoría del desarrollo cognitivo con la importancia de la experimentación como recurso clave en el aprendizaje.

Vygotsky (2012), no aborda directamente las prácticas experimentales, pero su teoría sociocultural del aprendizaje considera a la interacción social y al lenguaje como factores fundamentales en la construcción del conocimiento. En este sentido, aprender

tiene una mayor efectividad cuando las y los estudiantes participan en actividades en conjunto que les permiten intercambiar ideas y construir significados.

Bajo este enfoque, la ciencia es considerada una práctica socialmente construida, en donde la interacción, la colaboración, el intercambio de ideas, y el uso de recursos didácticos, son esenciales para formar un pensamiento científico en las y los estudiantes.

Como otros de los recursos educativos aplicados en la enseñanza de las ciencias, se encuentran los Recursos Educativos Digitales Abiertos (REDA) (como ejemplos están los estudios realizados por Collazos (2019) y Durán (2019)), que se distinguen porque su información es digital, es decir, que se disponen en internet con licencia de acceso abierto (Colombia aprende, 2021).

De hecho, una de las teorías que fundamentan esta afirmación es la del conectivismo desarrollada por Siemens (2005). En esta existe una relación estrecha con el uso de recursos educativos digitales ya que se menciona que estas herramientas son fundamentales para el desarrollo del proceso de aprendizaje.

La teoría plantea que el aprendizaje no es completamente un proceso individual y cognitivo, sino que requiere de la interacción social (como establece Vygotsky) en conjunto con las tecnologías. Lo anterior indudablemente coincide con las teorías que consideran como elemento fundamental a las prácticas experimentales.

Por otra parte, uno de los REDA más utilizados para la enseñanza de la física, es el simulador Physics Education Technology (PhET). PhET² es un simulador computacional diseñado con el propósito de enseñar física a través de entornos

² Este REDA se localiza de forma gratuita en <https://phet.colorado.edu>

animados e interactivos, que guardan cierta semejanza con los juegos, en los que el estudiantado logra su proceso de aprendizaje mediante la exploración, la promoción de la participación de todas y todos, además de que mejora el aprendizaje.

Al tener en cuenta lo anterior, en esta tesis se propone el uso de actividades lúdicas y de materiales digitales para la enseñanza del concepto de fuerza en educación primaria, con un enfoque que favorezca la comprensión conceptual a través de la práctica experimental. Mientras que, en cuanto al REDA, se hace uso del simulador PhET (como complemento a la teoría) al considerar las bondades que ofrece en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias.

La presente investigación se basa en los siguientes estudios que describen el proceso en el desarrollo de enseñanza-aprendizaje de temas científicos. Estos estudios son considerados por sus metodologías, conceptos y conclusiones detalladas, mismas que son tomadas en cuenta como guías.

En el ámbito **internacional** se encuentran los siguientes trabajos:

- ***“EnseñanzAPP: Aplicación educativa de la Realidad Aumentada para el Primer Ciclo de Educación Primaria”*** (Castellano & Santacruz, 2018), desarrollado y aplicado a un grupo de tercer grado de primaria en España, el objetivo del mismo fue investigar el impacto de la Realidad Aumentada (RA) en el aprendizaje, con base en una perspectiva constructivista y en la teoría del cono de aprendizaje de Edgar Dale (cono de la experiencia). Los resultados indicaron una atracción por parte del estudiantado por un aprendizaje más dinámico y lúdico; como conclusión la RA puede complementar los métodos

tradicionales, y refuerza el aprendizaje mediante la estimulación de diversos sentidos.

- ***“O uso de simuladores virtuais educacionais e as possibilidades do PhET para a aprendizagem de Física no Ensino Fundamental”*** (Araújo, Nascimento, Silva & Andrade, 2021), desarrollado en Brasil, se enfocaron en los desafíos de enseñar Física en Educación Básica. Este estudio propone el uso de simuladores como PhET, para buscar el desarrollo de un aprendizaje significativo. Señalan los autores, que enseñar Física desde edades tempranas ayuda a reemplazar concepciones alternativas por conocimiento científico, basado en la teoría de Ausubel, Freire y Vygotsky, concluyen que los simuladores coadyuvan en la mejora de la comprensión e interés en la materia.
- ***“Uso del Simulador PhET para la Enseñanza-Aprendizaje de una Competencia Matemática en Educación Primaria”*** (Zúñiga, Cacha & Iraola, 2023), trabajo desarrollado en el Callao, Perú, el objetivo fue identificar los efectos del simulador PhET en el desarrollo y fortalecimiento de competencias matemáticas, tras los efectos de la pandemia por COVID-19. Las autoras y el autor, concluyen que el simulador como herramienta educativa, puede innovar y fortalecer el proceso educativo en diversas áreas de la ciencia, al verlo como una herramienta complementaria para la enseñanza.

En el ámbito **nacional** se encuentran los siguientes trabajos:

- ***“Construcción de un Prototipo Mecatrónico y Uso de Simuladores: Alternativa para Fomentar el Aprendizaje de la Física en Estudiantes de Educación Básica”*** (Gámez, 2020), llevado a cabo en Culiacán, Sinaloa, con

estudiantes de educación básica, tuvo como objetivo diseñar un prototipo mecatrónico automotriz y utilizar simuladores por computadora para mejorar el aprendizaje de la Física. Fundamentado en teorías del aprendizaje significativo, por descubrimiento y aprendizaje crítico. Los resultados indicaron que el uso de estas estrategias favorece la comprensión más profunda de la materia.

- ***“Uso de simuladores computacionales y prototipos experimentales orientados al aprendizaje de circuitos eléctricos en alumnos de educación básica”*** (Espino, Olaguez, Davizón & Said, 2020), también desarrollado en Culiacán, Sinaloa, con estudiantes de educación básica, tuvo como objetivo integrar simuladores y prototipos experimentales como estrategia para enseñar fenómenos físicos. Con un enfoque experimental en que se usó la simulación computacional y las prácticas experimentales, se concluyó que el uso de estas herramientas mejora el proceso de enseñanza-aprendizaje y fomenta la participación activa.
- ***“¿Cómo viaja la luz? La actividad experimental para desarrollar competencias científicas en la infancia”*** (García, Ramírez & Arriaga, 2022), este proyecto se realizó en San Luis Potosí y el grupo de estudio fueron estudiantes de tercer y cuarto grado de primaria, con el objetivo de fomentar el pensamiento crítico en el alumnado a través del estudio de fenómenos naturales y la comprensión de actividades científicas, basado en teorías del aprendizaje a través de la experiencia y como conclusión, se resalta que es un desafío enseñar ciencias debido a la falta de formación docente, por lo que es crucial desarrollar propuestas.

En ámbito **local** están los trabajos:

- ***“El juego como estrategia para la resolución de problemas que impliquen la multiplicación en cuarto grado de educación primaria”*** (Salas, 2020), desarrollado en Zacatecas, analiza el uso del componente lúdico en la enseñanza de las matemáticas, basado en teorías constructivistas, de aprendizaje significativo y bajo una metodología teórica descriptiva, con el objetivo de que el alumnado construya su conocimiento a través de situaciones problemáticas, se concluye que el profesorado debe modificar su metodología y recursos, como la integración de tecnologías y el uso adecuado del juego didáctico para mejorar destrezas y motivación para resolución de problemas matemáticos.
- ***“La implementación didáctica de herramientas tecnológicas para mejorar los aprendizajes en ciencias naturales de las y los alumnos de tercer grado de educación primaria”*** (Humberto, 2022), elaborado en Zacatecas, se centró en el uso de Tecnologías de la Información y la Comunicación con estudiantes de tercer grado, con el objetivo de mejorar el aprendizaje de las ciencias naturales mediante recursos educativos multimedia. Se concluyó que estas herramientas favorecieron la autonomía en el autoestudio y recomendaron aplicar este enfoque en otras materias y niveles de educación primaria.
- ***“El uso de la Realidad Aumentada como Herramienta de Intervención en una etapa de la Enseñanza de Ciencias Naturales en inglés”*** (Zambrano, 2022), llevado a cabo en una escuela de Zacatecas, la autora de este trabajo se basó en la premisa de que la enseñanza debe centrarse en el alumno como

agente activo de su aprendizaje, por lo que propuso usar herramientas como la RA, en lugar de métodos tradicionales, con el objetivo de intervenir en una etapa de la enseñanza de ciencias naturales en inglés, basado en la teoría del constructivismo y con un enfoque descriptivo, Zambrano concluyó que la RA potencia el pensamiento crítico y la resolución de problemas.

Como complemento a los trabajos descritos, entre aquellos que resaltan la importancia de las actividades experimentales para el aprendizaje de las ciencias, se destaca el elaborado por García & Moreno (2020), donde la curiosidad cumple el papel del punto de partida para que el estudiantado se involucre en la observación, formulación de preguntas y experimentación.

Menciona que la experimentación promueve la solución a las cuestiones, ya que esta práctica además de permitir la construcción del conocimiento, también favorece la argumentación, la reflexión y el análisis de fenómenos naturales, y en este proceso el estudiantado es capaz de transformarse en un agente activo y protagonista de su aprendizaje, lo que además promueve el aprendizaje significativo.

Otro trabajo es el de Rodríguez & Romero (2021), este estudio elaborado en Colombia indaga sobre la importancia de la experimentación en las ciencias naturales en educación primaria, esto en un contexto latinoamericano con el fin de superar enfoques memorísticos y comenzar a generar una educación más interactiva, didáctica y reflexiva.

No obstante, también reconoce la tendencia a los laboratorios virtuales, aunque la investigación señala que, con base en la evidencia, el método científico es un recurso

que genera construcciones teóricas de forma deductiva o inductiva y que, por ende, estas prácticas aún están permeadas por el mismo método científico.

El estudio de Paladines, Fernández & Espinoza (2021) destaca algunos hallazgos en cuanto al proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias tras la implementación de la actividad práctico-experimental, los cuales son: la práctica experimental coadyuva al desarrollo de este proceso, al brindar saberes, capacidades, habilidades, valores y hábitos; también este tipo de actividad tiene como objetivo ser guía en la promoción de una cultura científica.

Con lo anterior es indiscutible que estas metodologías y estrategias han sido fundamentales para el desarrollo del pensamiento científico en el estudiantado de la sociedad moderna. Estos fundamentos teóricos y prácticos que sustentan a las investigaciones previamente descritas, fueron claves para la elaboración de este proyecto, ya que el principal enfoque del mismo, es utilizar herramientas que se ajusten al contexto y que propicien una transformación conceptual de los conocimientos científicos.

No obstante, el tipo de enseñanza donde predomina la exposición verbal, aún es vigente en una cantidad considerable de instituciones educativas, y es más presente en comunidades donde no se cuenta con algunos servicios primarios. Tal es el caso de la Escuela Primaria Miguel Hidalgo ubicada en Hacienda Nueva, Morelos, Zacatecas.

En esta institución las actividades científicas suelen colocar al estudiantado en un rol mayormente receptivo, situación que constituye la problemática central de la presente investigación. La inquietud se fundamenta en evidencias obtenidas a partir

de evaluaciones internas y en la experiencia docente directa con el estudiantado, donde se ha identificado una limitada comprensión de conocimientos científicos.

Ante este contexto, se brindaron las facilidades necesarias para llevar a cabo la implementación de una intervención didáctica basada en metodologías y estrategias alternativas, ajustadas al entorno y disponibilidad del grupo, con el objetivo de fortalecer el proceso educativo en consonancia con los principios de la Nueva Escuela Mexicana.

De acuerdo con el contenido del Campo Formativo de Saberes y Pensamiento Científico, se establece que en tercer grado de primaria las y los estudiantes ya cuentan con ideas previas sobre conceptos físicos, los cuales se han ido formando desde los primeros años de educación formal. Estas concepciones no provienen exclusivamente del ámbito escolar, sino también de experiencias cotidianas, la interacción con el entorno y de diversos contextos de aprendizaje no formal e informal.

En este sentido, debido a que el campo de la Física contiene fenómenos que, en muchos casos, no son directamente observables y presentan cierto grado de dificultad para su comprensión, su enseñanza requiere ir más allá de una explicación verbal, al incorporar estrategias que favorezcan una comprensión significativa.

Si las preconcepciones que el estudiantado presenta sobre estos fenómenos no son reemplazadas por concepciones basadas en fundamentos científicos, podría provocar en un futuro complicaciones en la percepción de nuevos conceptos. Para que exista un desarrollo en el aprendizaje, la docencia debe adaptarse al cambio generacional y comenzar a adoptar estrategias que incluyan materiales educativos que satisfagan las necesidades del alumnado.

Si los beneficios de usar prácticas experimentales y REDA como complemento a la teoría para desarrollar un aprendizaje significativo es algo irrefutable en países latinoamericanos y en ciertas entidades del país, es viable desarrollar y aplicar una intervención educativa de esta naturaleza en este sector de la población escolar de la referida escuela.

Lo anterior lleva a la *pregunta de investigación* de este trabajo la cual es ¿qué impacto tiene el uso de las prácticas experimentales y un recurso educativo digital abierto en la enseñanza-aprendizaje del concepto físico de fuerza en estudiantes de tercer grado de la Escuela Primaria Miguel Hidalgo, en Hacienda Nueva Zacatecas?

Por lo expuesto, a manera de *hipótesis* se establece que a través de actividades experimentales y el recurso educativo digital PhET se promueve la construcción del concepto de fuerza en un grupo de nivel básico, específicamente en el grupo del tercero B de la Escuela Primaria Miguel Hidalgo, en Hacienda Nueva, Morelos Zacatecas.

Para comprobar esta afirmación es necesario desarrollar el *objetivo general* de este proyecto el cual está descrito a continuación:

Objetivo general: *Construir* el concepto de fuerza a través de una intervención educativa que incluye prácticas experimentales y el uso del recurso educativo PhET en estudiantes de tercer grado de primaria en la Escuela Miguel Hidalgo, Hacienda Nueva, Morelos, Zacatecas.

Para poder cumplir con este objetivo, tres más fueron el principio de los capítulos que componen esta investigación, mismos que son expuestos a continuación:

1. Analizar el proyecto educativo de la Nueva Escuela Mexicana al identificar la visión pedagógica en la que se basa para sustentar su propuesta para la enseñanza-aprendizaje de conceptos científicos abordados en la fase cuatro.
2. Exponer la importancia de las actividades experimentales y el uso del simulador PhET como recurso educativo digital, en la enseñanza-aprendizaje de conceptos físicos en estudiantes que cursan la educación primaria.
3. Describir el proceso en el aprendizaje del concepto de fuerza al implementar actividades experimentales y el simulador PhET en el alumnado de tercer grado de la Escuela Primaria Miguel Hidalgo, en Hacienda Nueva, Zacatecas.

Para el proyecto se utilizó una *metodología* en la que se desarrolló una intervención educativa sustentada en un diseño pretest – posttest (categorizado) basada en el modelo pedagógico constructivista³. Esta investigación es de tipo cualitativa con un enfoque descriptivo, donde se analiza y se describe el comportamiento antes y después de la aplicación de la intervención, coadyuvada de elementos visuales y numéricos que sirven para enriquecer la interpretación, lo que permite una comprensión más completa del impacto de las estrategias implementadas.

La intervención fue aplicada a un grupo de estudiantes de tercer grado de primaria (entre 8 y 9 años de edad) de la escuela referida con anterioridad, encontrada en una zona que por secciones está limitada en servicios básicos. La misma tomó un aproximado de una semana en ser concluida; además de las pruebas, un diario de campo fue desarrollado durante el transcurso, y el material didáctico con el que se

³ Teoría del aprendizaje que posiciona al sujeto como actor activo, quien aprende cuando interactúa y resuelve problemas a través de la exploración y el descubrimiento, al construir su propio conocimiento en lugar de solo memorizar (Piaget, 2003).

trabajó fue aquel con el cual disponía la institución, a excepción del equipo de cómputo requerido para la proyección del material digital.

Como *marco conceptual* que guía esta investigación se presentan los conceptos principales. Entre estos se encuentran *Recursos Educativos Digitales Abiertos*, todo material digital enfocado en el proceso de enseñanza-aprendizaje, disponibles de forma gratuita con licencias de acceso abierto sin restricciones de copyright, con la bondad de adaptarse a las necesidades del usuario (Zúñiga, Rosas & Viano, 2023).

Las estrategias de aprendizaje son variadas, y existe una diversidad generosa de interpretaciones, sin embargo, estas pueden entenderse como “*procedimientos (conjunto de pasos, operaciones o habilidades) que un aprendiz emplea de forma consciente, controlada e intencional como instrumentos flexibles para aprender significativamente y solucionar problemas*” (Díaz & Hernández, 2004, p.234).

La *fuerza*, al igual que el concepto de estrategias de aprendizaje, tiene un gran repertorio de definiciones al depender del nivel académico como social que se trabaje, empero, para fines de esta investigación, se puede definir como “*toda acción que es capaz de deformar un cuerpo o de variar su estado de reposo o de movimiento*” (Pérez, 2000, p. 147).

El trabajo está compuesto de 3 capítulos. El primero titulado “La Nueva Escuela Mexicana y la Ciencia en primaria”, en este se expone entre los puntos tratados: la descripción de la NEM con un enfoque en el campo formativo de Saberes y Pensamiento Científico y más precisamente en los temas relacionados con la materia de Física.

Como segundo capítulo, el titulado: “Recursos educativos, actividades experimentales y simulador PhET para la enseñanza de las ciencias”. En este, se

aborda el concepto de fuerza, así como la influencia de los recursos educativos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de temas científicos.

Como tercer capítulo está el titulado: “Intervención didáctica en la enseñanza del concepto de fuerza en tercer grado de primaria”. En este se presenta una descripción del plantel referido, la planeación de la intervención, las implementaciones de las estrategias, así como el análisis y descripción de los resultados obtenidos del grupo experimental, que como se ha mencionado con anterioridad, se le aplicó un pretest, posterior a ello se desarrollaron las actividades experimentales, (mientras que se registraba un diario de campo de lo acontecido) los conocimientos adquiridos fueron reforzados con ayuda del simulador PhET y finalmente se aplicó la prueba postest.

En las conclusiones se reflejan los logros, reflexiones, así como retos y sugerencias para futuras investigaciones que llegasen a utilizar este trabajo como referente. Y como último contenido, se publican los Anexos que sirvieron como apoyo para la realización del objetivo general de este proyecto.

Como información complementaria, para la realización de este proyecto se atendieron los principios éticos que rigen la intervención con sujetos menores de edad, al seguir los lineamientos de la Universidad Autónoma de Zacatecas “Francisco García Salinas” y a la Maestría en Educación y Desarrollo Profesional Docente.

Para garantizar la confidencialidad y la privacidad de las y los participantes, las siguientes acciones fueron llevadas a cabo:

- Se solicitó a la dirección de la institución educativa una autorización formal para llevar a cabo el trabajo de campo, dicho documento fue aceptado y firmado por la autoridad correspondiente.

- Se obtuvo el consentimiento informado por escrito de madres, padres o tutores legales, de las y los participantes, los objetivos fueron expresados, así como los procedimientos, instrumentos y posibles beneficios de la actividad. De igual manera, se mencionó que los datos serían tratados de forma confidencial y anónima, conforme al aviso de privacidad.
- A las y los estudiantes se les asignaron claves alfanuméricas con el fin de considerar el anonimato durante el análisis y la presentación de resultados.
- La información obtenida durante el proceso fue resguardada y utilizada únicamente con fines académicos y de este proyecto en particular, sin ser compartida con terceros ajenos a la investigación.

El oficio (**Anexo E**) muestra la solicitud elaborada por la Maestría en Educación y Desarrollo Profesional Docente para implementar la intervención educativa en la institución referida, mientras que el **Anexo F** incluye el formato de consentimiento informado otorgado a las o los responsables legales de las y los estudiantes.

CAPÍTULO I

LA NUEVA ESCUELA MEXICANA Y LA CIENCIA EN PRIMARIA

La finalidad del presente capítulo es realizar una revisión, análisis y descripción del modelo educativo mexicano, una breve historia del mismo, y exponer algunas modificaciones que ha manifestado conforme los cambios de gobierno, con enfoque en el modelo de la Nueva Escuela Mexicana (NEM) y en el campo formativo “Saberes y Pensamiento Científico” en la fase cuatro (precisamente en el tercer grado de primaria).

Lo anterior se realiza con el fin de analizar los conceptos físicos abordados en el tercer grado de primaria de acuerdo a lo propuesto por la NEM, para posteriormente indagar sobre las estrategias empleadas para la enseñanza-aprendizaje de conceptos científicos, en el nivel referido.

A partir de este marco contextual, se narran de manera breve las características de los últimos modelos educativos propuestos, de los cuales México ha sido testigo, para finalmente exponer una descripción de lo que es la NEM, cuáles son los temas científicos que propone y cómo es que plantea abordar las ciencias en nivel primaria.

1.1 Modelo educativo mexicano

El Sistema Educativo mexicano, ha presenciado una gran variedad de cambios desde la creación de la Secretaría de Educación Pública, esto en los modelos, reformas educativas y planes de estudio, mismos que han marcado la formación docente y la manera en que las asignaturas se imparten.

Este proceso evolutivo avanza en conjunto con la sociedad, ya que se requieren adaptar procesos, métodos, estrategias, herramientas y situaciones contextualizadas a las necesidades que presentan las nuevas generaciones. En México, desde los inicios del siglo XX, el modelo educativo se caracterizaba por considerarse como un modelo “rígido”, sin embargo, se optó por renovarse con el fin de adaptarse y ser compatible ante una sociedad actualizada en cuanto al ámbito educativo, tecnológico, democrático e incluyente (SEP, 2017).

La creación de la Secretaría de Educación Pública (SEP) se dio por parte del presidente de México Álvaro Obregón en 1921, una vez se obtuvo la aprobación por unanimidad ante la Cámara de Diputados. José Vasconcelos, quien fue su primer titular, presentó un proyecto cuyo propósito sustancial era educar a las y los niños y a jóvenes sin excepciones ni discriminaciones (Gobierno de México, 2017).

Más tarde, Vasconcelos sugirió el desarrollo de una campaña alfabetizadora, con el motivo de promover la formación de más maestros en escuelas normales, esto participaría de manera significativa en la centralización de la educación. Lo que permitió al gobierno centralizar y desarrollar una política educativa, fue que el Congreso Federal, tuvo la facultad de coordinar la educación en el país y también de legislarla, debido a la reforma constitucional de 1934 (Malgouyres, 2014).

También se promovió la fundación de bibliotecas populares y Misiones Culturales, con el propósito de incorporar a aquellos que se dedicaban a las actividades agrícolas, así como a la población indígena, y gracias a esto fueron establecidas las bases del sistema educativo.

Los sucesores de Vasconcelos, al frente de la SEP enfocaron sus esfuerzos para favorecer la pedagogía del “aprender haciendo” (enfoque empírico, conocido por

prueba y error), esto llevó al modelo conocido como “Escuela Rural Mexicana” en donde se consideraron como enfoques principales las necesidades de las y los campesinos.

La primera Ley Orgánica de Educación reglamentaria del Artículo 3º, fue expedida en 1940 y su reformación en 1942 acabó con las atribuciones que habían tenido las entidades federativas en materia curricular, esto por el establecimiento de la unidad de todas las escuelas primarias, rurales, urbanas y semiurbanas. Lo anterior marcó el comienzo de los planes y programas de estudio nacionales y únicos, para la educación primaria (SEP, 2017).

Para dar continuidad a lo establecido en el Artículo 3º, el secretario de Educación Jaime Torres Bodet (en ese entonces) propuso la distribución y edición de forma gratuita (por parte del Estado) de libros y cuadernos de ejercicios para el alumnado que cursara educación elemental, dicha propuesta fue aprobada por el presidente Adolfo López Mateos en 1959. Esta situación sirvió como un apoyo para aquellas familias que no contaban con los recursos suficientes para poder adquirir por sí mismas estas herramientas (Greaves, 2001).

En las décadas posteriores, la población se incrementó aceleradamente y el país comenzó a presenciar una urbanización, por lo que el sistema educativo concentró sus esfuerzos en las escuelas urbanas. Mientras que, por otra parte, las acciones para fortalecer el ejercicio magisterial en el ámbito rural no fueron suficientes para que la educación supusiera un verdadero motor de movilidad social (SEP, 2016).

La descentralización de la Educación Básica se llevó a cabo entre 1992 y 1993, bajo el Acuerdo Nacional para la Modernización de la Educación Básica (ANMEB) y a la Ley general de Educación, sin embargo, la SEP permaneció en la determinación de

los planes y programas de estudio en la educación básica de todo el país. Por otra parte, la responsabilidad de la enseñanza preescolar, primaria y secundaria, además de la formación docente, fue transferida a las entidades estatales por medio del Estado Federal (Malgouyres, 2014).

El sistema educativo conservó el carácter vertical y prescriptivo que lo definía a pesar de la transferencia de cien mil escuelas de la federación a autoridades locales, además de que no se mostró modificación alguna de las prácticas en el aula (SEP, 2017).

En el sexenio del presidente Vicente Fox Quezada (2001-2006), se presentó el Programa Nacional de Educación 2001-2006. Este programa presentaba un enfoque para que la educación en el siglo XXI se basara en equidad, calidad y vanguardia del conocimiento. No obstante, el Sistema Educativo Nacional debía afrontar tres desafíos: cobertura con equidad; calidad de procesos educativos y niveles de aprendizaje; e integración y funcionamiento educativo (Diario Oficial de la Federación, 2003).

En los primeros años del siglo XXI, el Sistema Educativo Mexicano incluyó en la Educación Básica el enfoque por competencias, lo cual puede ser visto en el Programa de Educación Preescolar 2004 o en la Educación Primaria con las competencias comunicativas y con la Reforma de la Educación Secundaria 2006 (Andrade, 2008), y en 2008 se diseñó la Reforma Integral de la Educación Media Superior (RIEMS), con la finalidad de impulsar el enfoque de educación por competencias (Diario Oficial de la Federación, 2017).

En el año 2012, el presidente Enrique Peña Nieto dio a conocer la propuesta de una Reforma Educativa, que tendría como propósito principal el aumento de la calidad de la educación básica, que se viera reflejado en la mejora de los resultados de

pruebas internacionales como la de *Programme for International Student Assessment* (PISA⁴), además de presenciar un aumento en la matrícula y la calidad de los sistemas de educación media superior y superior (SRE Embajada de México en Italia, 2012).

Posteriormente, este modelo educativo ya no presentaría afinidad con la sociedad, debido a que no permitiría que las entidades figuren en el tema educativo. Bajo este antecedente, el modelo educativo deseado tiene como objetivo, transformar los paradigmas y colocar a la escuela al centro del sistema educativo nacional, además de considerar los aprendizajes y el bienestar de las niñas, niños y jóvenes de México. Por lo que, a razón de lo anterior, surge el modelo educativo 2016 que prioriza el logro de los aprendizajes que exige el siglo XXI (SEP, 2016).

Los cinco grandes ejes en los que el modelo educativo 2016 establece la reorganización del Sistema Educativo son (SEP, 2016): el planteamiento curricular, la escuela al centro del Sistema Educativo, la formación y desarrollo profesional docente, la inclusión y equidad, y la gobernanza del Sistema educativo.

Este modelo marca el cambio del modelo tradicional, a uno basado en competencias, estos dos tipos de modelos se diferencian entre sí por el rol que cumple el docente. En el modelo tradicional, la o el docente es la fuente de conocimiento, es decir, es el protagonista del proceso de enseñanza; mientras que, en el modelo basado en competencias, la o el docente solo es facilitador del proceso de aprendizaje (SEP, 2016).

En 2018, el gobierno presentó el Acuerdo Educativo Nacional, una iniciativa creada para presentar un modelo pedagógico producto de una consulta nacional en donde se

⁴ Que por sus siglas en español es Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes.

consideró a docentes, directivos, estudiantes y sociedad civil, centrado en la equidad y el desarrollo integral de las y los jóvenes.

La reforma constitucional al Artículo 3º, fue aprobada en 2019 y sentó las bases de esa transformación educativa, en donde se prioriza el interés en las y los niños/jóvenes en la política educativa nacional, al tiempo que se reconoce a las y los docentes como agentes fundamentales del cambio social.

A partir de este marco legal, se estableció la Nueva Escuela Mexicana (NEM) como un modelo con enfoque humanista, científico y tecnológico; el cual se tratará con más detalle a continuación, así como la concreción curricular de ese modelo, que es el Plan de Estudios 2022 (Universidad Internacional de la Rioja, 2024).

1.1.1 Plan de Estudios del 2022 y la NEM

En el año 2022 se dio a conocer el nuevo “Plan de Estudios para la educación Preescolar, Primaria y Secundaria” que estaría vigente en el ciclo escolar 2023-2024, y que aún permanece de esta manera en 2025. Este programa educativo está basado en el modelo de la NEM. El plan tiene como objetivo formar a sus ciudadanas y ciudadanos con igualdad, solidaridad, libertad, igualdad de género e inclusión. Presenta una estructura abierta y busca la integración de las y los alumnos a la comunidad y garantizar las mismas oportunidades de aprendizaje (SEP, 2023a).

Esta propuesta curricular comprende puntos, que abarcan desde los programas, las estrategias y la formación docente, con enfoque para el desarrollo educativo (SEP, 2023a):

1. Plan y programas de estudio de educación preescolar, primaria y secundaria, así como los libros de texto gratuitos. Esto con el fin de dar cumplimiento al carácter

incluyente y participativo que se expone en el Artículo 3º de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

2. Formación docente. La enseñanza es el principal problema de la formación docente, puesto que la profesión de la docencia combina una serie de variables educativas como son los conocimientos, las experiencias, los saberes, además de una constante insistencia en adaptar las maneras de enseñar de acuerdo con las necesidades del alumnado y al contexto en el que se desarrollan.

3. Codiseño de los programas de estudio, con el propósito de adecuar los contenidos para atender el carácter contextual y situacional del proceso de enseñanza y aprendizaje. Esta acción consiste en una constante actualización por parte de los docentes al enfocarse en los avances en los campos del conocimiento, la didáctica, además de la variación en el comportamiento social y en los constantes cambios ambientales.

4. Desarrollo de estrategias nacionales. Las estrategias nacionales apoyan procesos de educación preescolar, primaria y secundaria, sin embargo, debido al cambio constante antes mencionado, son necesarias nuevas estrategias y fortalecer las ya existentes. Algunas estrategias se enfocan en la enseñanza de las lenguas indígenas, en la educación inclusiva, en la educación multigrado, en escuelas libres de violencia y en el fortalecimiento de las mismas.

5. Transformación administrativa y de gestión. Para poder elevar/fortalecer la capacidad de las instituciones educativas, es necesario que servidores públicos, directores, asesores técnicos pedagógicos y supervisores se dediquen a llevar a cabo las tareas que les corresponden orientados en resolver escenarios de desigualdad y

contextos diferenciados de los cuales México es testigo. Lo anterior conlleva realizar tareas administrativas y de gestión que logren favorecer y apoyar el trabajo docente. El Plan y los Programas de Estudio 2022 cuentan con siete ejes articuladores incorporados en el currículo de la educación preescolar, primaria y secundaria (SEP, 2023a):

1. Pensamiento crítico.
2. Interculturalidad crítica.
3. Igualdad de género.
4. Inclusión.
5. Vida saludable.
6. Artes y experiencias estéticas.
7. Apropiación de las culturas a través de la lectura y la escritura.

Actualmente (en 2025) la sociedad mexicana aún cuenta con el proyecto educativo conocido como la NEM, cuyas acciones entraron en aplicación a partir del ciclo escolar 2023-2024. Dicha iniciativa fue aprobada por el gobierno del presidente Andrés Manuel López Obrador, con el propósito de derogar la Reforma Educativa efectuada en el 2013 (Gobierno de México, 2020).

La NEM constituye una propuesta educativa que marca una nueva etapa en el sistema educativo nacional, cuyo propósito principal es formar al estudiantado con una visión integral, la cual busca proporcionar conocimientos y habilidades cognitivas para que el alumnado pueda cuidarse, conocerse y valorarse, además de aprender cómo pensar, aplicar el diálogo para la convivencia, adquirir valores y colaborar para promover una transformación social y autonomía (SEP, 2023c).

Se busca que los derechos humanos no sean ignorados y ajenos a la educación, con el objetivo de propiciar una ciudadanía con principios y valores. Aunado a esto, la NEM busca que la niñez y la juventud puedan ejercer plenamente su derecho a la educación y garantizar la escolaridad, el aprendizaje y la continuidad de la formación de las alumnas y los alumnos (SEP, 2023c).

El proyecto de la NEM, surge de buscar la solución a una variedad de inconvenientes educativos, como puede ser la idea errónea de que estudiar únicamente se trata de competir para obtener la mejor calificación; lo que provoca que se crea en que la educación es una especie de carrera, en donde el individualismo y el egocentrismo llevarán a alcanzar el éxito, lo que a través de la experiencia se ha demostrado que es incorrecto, puesto que el individualismo únicamente lleva al aislamiento y reducción de posibilidades de un desarrollo profesional y personal.

Otro problema que busca solucionar es la creencia de la uniformidad de conocimientos para todos los estudiantes, al dejar de lado su historia y las necesidades particulares, además de buscar anular el pensamiento de que la escuela es el único lugar donde el estudiantado puede aprender, ya que se ha demostrado que existen más espacios en los cuales las habilidades y capacidades cognitivas pueden desarrollarse (SEP, 2023c).

Las principales características de este modelo educativo son, su relación con la comunidad, aquí las y los estudiantes continúan como el centro de la educación en un escenario comunitario y diverso, presenta un toque humanista para formar en las y los estudiantes un pensamiento crítico, valora a las y los docentes como profesionales de la educación ya que son agentes fundamentales en el proceso educativo y promueve un nuevo enfoque pedagógico (SEP, 2023c).

Respecto al nuevo enfoque pedagógico, este no se basa en que el alumnado aprenda contenidos teóricos que están desligados de su realidad, o que estudie problemas para aprender conceptos de forma aislada o únicamente predefinidos por el profesorado, sino que su prioridad es que las y los estudiantes se cuestionen, sean curiosos y manifiesten el deseo por aprender sobre temas que sean relevantes para su vida personal y colectiva.

Previo a la puesta en marcha de la NEM, a raíz de la pandemia provocada por el SARS-CoV-2, el gobierno de México propuso un programa denominado “Aprende en casa” y de acuerdo con las experiencias educativas y aprendizajes obtenidos recabados de este programa, la SEP reconoció que no fueron satisfechas las necesidades de inclusión en cuanto a los ritmos y estilos de aprendizaje de los estudiantes.

La pandemia evidenció que las personas tienen un acceso desigual a los recursos digitales. Estas desigualdades son: en primer lugar, el acceso a la tecnología; en segundo, la conectividad y los servicios digitales; en tercero, los contextos de las y los estudiantes (relacionado a lo social, económico y cultural) y; en cuarto lugar, el desarrollo de un saber reflexivo y crítico en el dominio de las tecnologías (SEP, 2023a).

Esta experiencia dejó claros algunos puntos, como la indiscutible necesidad de modificar aspectos en la formación escolar, además de la innovación de los Libros de Texto Gratuitos (LTG). Esta modificación a los LTG responde a programas de estudio capaces de desarrollar el pensamiento crítico y la formación integral de las y los alumnos (Comisión Nacional para la Mejora Continua de la Educación, 2023).

En cuanto a los Planes de Estudio de Educación Preescolar, Primaria y Secundaria, con base en el Modelo educativo de la NEM, se busca reforzar la enseñanza a través de cuatro campos formativos, ejes transversales y fases progresivas del aprendizaje.

Entre estos cuatro Campos Formativos se encuentran primeramente el de “Lenguajes”; como segundo campo el de “Saberes y Pensamiento Científico”; como tercero el de “Ética, Naturaleza y Sociedades” y; finalmente el denominado “De lo Humano y lo Comunitario”; estos cuatro campos potencializan la interacción de conocimientos de diversas disciplinas y saberes socioculturales (SEP, 2023a).

El campo formativo de Saberes y Pensamiento Científico consolida sus bases en la relación existente entre el ser humano y su conocimiento del entorno. El ser humano busca conocer conceptos que expongan los fenómenos que presencia, lo que manifiesta el principal objetivo de este campo, el cuál es la comprensión y explicación de fenómenos y procesos naturales enfocado en el cuerpo humano, los seres vivos, la materia, la energía y tecnología.

Este campo busca que la comunidad estudiantil sea capaz de comprender y así mismo de explicar escenarios naturales con el apoyo de una diversidad de métodos y estrategias, tomar decisiones responsables, y generar relaciones sociales igualitarias e intelectuales. Entre otros objetivos, está fomentar el acercamiento a los conocimientos científicos sin apartarse de los tecnológicos, además de la apropiación del lenguaje científico para establecer nuevas relaciones, construir conocimientos y explicar modelos.

De acuerdo con el nuevo Plan de Estudios, los grados escolares son sustituidos por fases⁵, las cuales son expuestas en la Tabla 1:

Tabla 1. Fase de acuerdo con el nuevo Plan de Estudios y edades aproximadas

Fase	Educación
1	Educación Inicial (edades de 0 a 2 años, 11 meses).
2	Educación Preescolar: 1º, 2º y 3º (edades de 3 a 5 años).
	Educación Primaria (edades entre 6 y 12 años).
3	Educación Primaria: 1º y 2º.
4	Educación Primaria: 3º y 4º.
5	Educación Primaria: 5º y 6º.
	Educación Secundaria (edades entre 12 y 16 años).
6	Educación Secundaria: 1º, 2º y 3º.

Fuente: elaboración propia, a partir de SEP, 2023b y Embajada de México en España, 2021.

En cuanto a las perspectivas de estas fases de aprendizaje se encuentran: centrar la educación en los procesos formativos en relación con el desarrollo de aprendizaje de la comunidad estudiantil, enfocarse en ofrecer nuevas y mayores posibilidades para el acceso a nuevos saberes, enfatizar en la atención a la formación docente con el objetivo de que se realicen ajustes en relación con el avance del estudiantado para así generar planteamientos que ayuden a una comprensión, explicación y aplicación de los saberes, así como de los procedimientos de los campos.

⁵ La organización curricular por fases es “para poner atención en la continuidad del proceso educativo a lo largo de los cuatro niveles de la educación básica [...] en concordancia con el desarrollo de aprendizajes de las y los estudiantes en su complejidad y especificidad” (SEP; 2023, pp. 139-140).

1.2 Conceptos de Física que se abordan en tercer grado de primaria y las finalidades del Campo Formativo de Saberes y Pensamiento Científico

Según el panorama de los contenidos de la cuarta fase⁶, en el campo formativo de Saberes y Pensamiento Científico se ahonda en los temas científicos entre los cuales se encuentran (SEP, 2023b):

- 1) Propiedades de los materiales: masa y longitud; relación entre estados físicos y la temperatura.
- 2) Formación de mezclas y sus propiedades.
- 3) Efectos de la aplicación de fuerzas y del calor sobre los objetos.
- 4) Sistema Tierra-Luna-Sol: interacciones, cambios y regularidades, diversas explicaciones acerca del movimiento de los astros y su relación con algunos fenómenos naturales.
- 5) Medición de longitud, masa y capacidad.

Respecto a los procesos de desarrollo de aprendizaje del Campo formativo, la SEP integra los objetivos de los contenidos que, para fines de esta tesis, se pretende enfatizar solamente en los contenidos que aborden temas o conceptos físicos, específicamente en el concepto de fuerza, en el tercer grado de educación primaria.

Dentro de los Procesos de Desarrollo de Aprendizaje del Campo de Saberes y Pensamiento Científico (de acuerdo con el contenido) se encuentran los expuestos en la Tabla 2.

⁶ Educación primaria (edades entre 8 y 10 años): tercer y cuarto grado.

Tabla 2. Procesos de Desarrollo de Aprendizaje (PDA) en el Tercer grado

Contenido	Procesos de Desarrollo de Aprendizaje en el Tercer grado
Propiedades de los materiales: masa y longitud; relación entre estados físicos y la temperatura.	La masa y la longitud son consideradas como propiedades medibles de los materiales al utilizar instrumentos para establecer relaciones entre el material, la forma y el tamaño. El kilogramo es reconocido como la unidad básica de medida de la masa y el metro de la longitud.
Formación de mezclas y de sus propiedades.	Tras experimentar con diversos materiales, el agua es considerada como disolvente. Se describe la solubilidad del agua en la industria y en las actividades cotidianas.
Efectos de la aplicación de fuerzas y del calor sobre los objetos.	Variables como la dirección, la rapidez y trayectoria de los objetos, animales o personas son explicados además de los puntos de referencia. Describe el efecto que se obtiene al ejercer fuerzas sobre objetos variando la rapidez o la dirección del movimiento sin llegar a la noción de intensidad de la fuerza. Experimenta con la aplicación de fuerzas y movimiento, en donde se hacen interactuar objetos que chocan, se jalan o se empujan considerando una variación en la distancia.
Sistema Tierra-Luna-Sol: interacciones, cambios y regularidades; diversas explicaciones acerca del movimiento de los astros y su relación con algunos fenómenos naturales.	Se representan con modelos los movimientos de rotación - traslación de la Tierra al vincularlos con el día y la noche además de la rotación - traslación de la luna, así como su relación con las fases.
Medición de longitud, masa y capacidad.	Situaciones con vinculación al contexto relacionadas con la medición, la estimación y comparación de longitudes, masas/capacidades, son resueltas usando las unidades del metro, kilogramo y litro.

Fuente: elaboración propia, a partir de SEP, 2023c.

Al ahondar en este tipo de temas científicos, según la SEP (2023b) se busca que el estudiantado sea capaz de comprender situaciones y procesos naturales que tengan relación con el contexto social, es decir situaciones del mundo real. Para generar este tipo de capacidades, es necesario que las y los alumnos se apropien de estrategias y métodos, que les permitan aprender a través de la experimentación, la indagación e incluso la modelación.

Con base en lo anterior, se espera que se forjen en el alumnado varios comportamientos positivos, como el no adoptar la idea de que existe un único método o una única estrategia para desarrollar conocimiento científico, el generar confianza en la toma de sus decisiones siempre que estas sean orientadas al bien social e individual, y que sea capaz de comunicarse, entender, relacionar conocimientos y explicar situaciones o fenómenos naturales.

1.2.1 Sugerencias metodológicas de la NEM para el desarrollo de proyectos educativos

El Campo Formativo de Saberes y Pensamiento Científico tiene entonces como propósito que el estudiantado sea capaz de observar, formular preguntas, hipótesis, y construir explicaciones sobre fenómenos del mundo natural; por lo que, para lograrlo, la NEM plantea la idea de que todos los aprendizajes sean contruidos a través de experiencias significativas que incorporen los saberes de los distintos campos formativos.

En este sentido, la SEP propone una serie de metodologías para el diseño, así como implementación de proyectos educativos. Dichas sugerencias metodológicas son presentadas en el documento “Sugerencias metodológicas para el desarrollo de

los proyectos educativos” (SEP, 2022).

En este documento se aclara que las alternativas didácticas presentadas no son las únicas, sino que, debido a la vasta experiencia y conocimiento docente, se pueden aportar otras maneras de problematizar escenarios para la aplicación de múltiples estrategias de solución. Además de que no es un recetario que limite la autonomía profesional.

Las metodologías que aborda son las siguientes:

- ***Aprendizaje Basado en Proyectos Comunitarios:*** esta metodología promueve la reconstrucción de significados al trabajar con problemas reales de su comunidad y les motiven a proponer y desarrollar acciones para la mejora del entorno. El objetivo es que el estudiantado explore, represente, interprete y proponga soluciones a problemáticas reales dentro de su contexto social y cultural.
- ***Aprendizaje basado en indagación (STEAM como enfoque):*** esta metodología promueve un enfoque interdisciplinario y transdisciplinario con el propósito de desarrollar una comprensión profunda del mundo natural y científico. Se basa en la indagación activa, aquí el estudiantado se pregunta, diseña y produce experimentos, analiza resultados, construye modelos y argumenta conclusiones al basarse en la evidencia. Promueve un aprendizaje contextual e integral.
- ***Aprendizaje Basado en Problemas (ABP):*** es una metodología que centra el aprendizaje en la identificación y solución de problemas reales, lo que favorece el aprendizaje significativo. Las fases de esta metodología incluyen la reflexión

inicial; la consideración y recopilación de saberes previos; la formulación del problema; diseño y desarrollo de la investigación; la indagación activa y el análisis de resultados.

- ***Aprendizaje Servicio (AS)***: esta metodología está enfocada en desarrollar en las y los estudiantes el sentido de responsabilidad, compromiso y participación activa, a través de proyectos que relacionan contenidos escolares con el servicio social. Se basa en las experiencias, donde el estudiantado estudia el fenómeno al interactuar con él para comprenderlo y transformarlo. Este aprendizaje busca formar personas más empáticas, críticas y participativas, con un fuerte sentido de solidaridad que logre generar un impacto positivo en la sociedad.

1.3 Análisis de estrategias de enseñanza-aprendizaje y sus tipos

En esta subsección se expone un análisis a algunas de las estrategias de enseñanza-aprendizaje como un proceso enfocado a las ciencias en educación primaria. Lo anterior se realizará al presentar estrategias que son utilizadas para enseñar conceptos o temas científicos con base en los “materiales de apoyo para el diseño de actividades didácticas”, además de profundizar en el Contenido de los Campos considerados por la NEM para el Campo Formativo específico de Saberes y Pensamiento Científico.

Para poder realizar este apartado es necesario conocer el concepto de estrategias de enseñanza-aprendizaje, para de esta manera poder ahondar en las que son utilizadas dentro y fuera de la escuela en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias,

orientado a niñas y niños cuyas edades oscilan entre los seis y trece años, correspondiente a las edades en educación primaria.

1.3.1 Definición de estrategias de enseñanza-aprendizaje y sus tipos

En relación con lo expuesto anteriormente, el proceso educativo tanto nacional como internacional, tiene como objetivo que las y los estudiantes sean protagonistas de su aprendizaje. Para ello, es necesario desarrollar e implementar herramientas, instrumentos y estrategias que se adapten a las necesidades y las posibilidades del alumnado. Se pretende que estos complementos ayuden a que las y los estudiantes sean capaces de generar su propio conocimiento al tener control sobre su proceso de aprendizaje y reconocer las áreas de oportunidad que deben ser atendidas.

En este marco, el papel del profesorado se orienta hacia el diseño de ambientes de aprendizaje significativos que fomenten la exploración, el pensamiento crítico y la interacción, más allá de la simple transmisión de contenidos. Esta tarea es compleja puesto que, replantea la pregunta ¿cómo crear las condiciones para que realmente ocurra el aprendizaje?

Una de las posibles respuestas a esta pregunta se encuentra en la aplicación de las diversas estrategias dentro del aula. En relación con ello, es imprescindible indicar que el concepto de estrategias de enseñanza es diferente al concepto de estrategias de aprendizaje, por lo que es conveniente explicar en qué se distinguen.

Aunque el proceso de enseñanza-aprendizaje actualmente es percibido como una unidad integral, en la cual ambos aspectos se influyen de manera mutua, en este trabajo se ha decidido abordar las estrategias de enseñanza y aprendizaje de manera diferenciada. Esta decisión está fundamentada en reconocer conceptualmente ambos

términos, debido a que, sus aspectos principales, como origen, intención y aplicación, difieren.

Lo anterior se justifica debido a que se puede decir de manera general que las estrategias de enseñanza son diseñadas y aplicadas por el profesorado con el objetivo de facilitar el aprendizaje, y que las estrategias de aprendizaje son empleadas por el estudiantado con el fin de construir conocimiento. Con lo anterior, es necesario indicar, que el análisis por separado permite la comprensión más precisa, sin desestimar que, en la práctica educativa, ambas estrategias están directamente relacionadas y que cada una influye en la otra.

Respecto a las estrategias de enseñanza, dentro de la literatura existen diversos conceptos proporcionados, sin embargo, el concepto facilitado por García & Cañal (1995) se centra en la investigación y la intervención didáctica. Proponen que la estrategia de enseñanza puede considerarse como un conjunto de actividades de enseñanza relacionadas por esquemas organizativos.

Para los autores, estas dinámicas de enseñanza se traducen en actividades que tienen metas, ya sean explícitas o implícitas, que proceden de fuentes concretas, que manejan información específica y que se rigen mediante una serie de procedimientos estipulados. Conjuntamente, proponen una serie de actividades (para todos los niveles de enseñanza) como resultado de una ampliación y reformulación de un listado de actividades que previamente elaboraron, pero que en la descripción de secuencias docentes reales se manifestaron deficiencias.

Dentro del catálogo de actividades de enseñanza y de las tareas que se pueden desarrollar señalan (García & Cañal, 1995):

Tabla 3. Actividades de enseñanza y tareas

Actividades de enseñanza	Tareas
1. Manifestación verbal, que entre las actividades más concretas se encuentran la lección magistral, conferencia, exposición dialogada y con apoyo audiovisual/escrito. 2. Trabajo con libro de texto, que se apoya de leer además de la elaboración de ejercicios y el estudio. 3. Interrogaciones del profesor, estas pueden ser expuestas oralmente, o escritas, también cuestionarios de ideas previas, planteamiento de problemas y emisión de hipótesis explicativas. 4. Audiovisual. 5. Consulta bibliográfica, apoyándose de las bibliotecas o archivos del aula. 6. Actividades prácticas en aula o laboratorio, que pueden ser prácticas clásicas. 7. Actividades prácticas fuera del aula o del laboratorio, entre las cuales se encuentran salidas, excursiones o trabajos de campo. 8. Asamblea. 9. Elaboración de planes de actuación. Pueden ser planes para la investigación de problemas o para la construcción de objetos. 10. Elaboración de conclusiones, a partir de la autoevaluación o la reflexión metacognitiva. 11. Dibujo. 12. Juego. 13. Trabajo escrito como textos libres, informes, periódico escolar, o la redacción. 14. Narración oral. 15. Canto 16. Teatro	Para las y los alumnos a. Decidir. b. Planificar. c. Expresar. d. Debatir. e. Recibir, buscar, registrar y transformar información. f. Inventar. g. Explicar/comprender. h. Memorizar/no es necesaria la comprensión. i. Ejecutar técnicas y manejar herramientas y aparatos. Para las y los docentes a. Exponer y registrar la información. b. Preguntar y responder. c. Debatir. d. Moderar. e. Proponer. f. Decidir. g. Narrar y dictar. h. Modificar información y corregir trabajos. i. Planificar. j. Regular actos. k. Motivar. l. Ejecutar técnicas y manejar aparatos y herramientas didácticas.

Fuente: elaboración propia, texto adaptado de (García & Cañal, 1995)

Desde un punto de vista constructivista, Díaz & Hernández (2002) indagan primeramente en el concepto de enseñanza, del cual señalan que es un proceso orientado al logro de aprendizajes significativos que depende del profesorado y del alumnado. Esto propicia el concepto de estrategia de enseñanza, el cual se entiende

como un conjunto de recursos o procedimientos que la y el docente utilizan en busca de la generación de un aprendizaje significativo.

Mediante una recopilación de datos obtenidos de la literatura, Díaz & Hernández (2002) proponen algunos tipos de estrategias de enseñanza más significativas en los que se destacan: los resúmenes, organizadores gráficos, ilustraciones, analogías, preguntas intercaladas, señalizaciones, mapas conceptuales y organizadores textuales.

Como se puede notar, las estrategias de enseñanza son diversas y a través del tiempo estas evolucionan y se adaptan a los cambios tecnológicos. El uso de las tecnologías permite el fácil acceso a materiales didácticos tanto para estudiantes como para docentes, además de que promueve una mejora en el proceso formativo de la enseñanza-aprendizaje.

Las tecnologías propician un ambiente accesible a la información y facilitan el aprendizaje. Asimismo, motiva a la comunidad estudiantil a apropiarse del conocimiento de manera independiente y a mejorar su desempeño, por lo que el limitar el uso de las tecnologías y de las plataformas como parte de la pedagogía, genera un riesgo en el proceso educativo del educando (Moncini & Pirela, 2021).

El proceso educativo tiene otro propósito particular, y es que la comunidad discente sea capaz de aprender a aprender. Esto significa que cuenten con la habilidad de reconocer la manera en la que se aprende y proceder al respecto, actuar en su proceso de aprendizaje y para ello aplicar estrategias que se adapten a su contexto.

Lo anterior propicia el concepto de estrategias de aprendizaje, este es asociado como un proceso que le corresponde mayormente a las y los estudiantes, no obstante, no se deslinda la participación de la y el docente. Para poder interpretar dicho

concepto, es necesario manifestar que el aprendizaje es considerado como un proceso de modificación en la conducta o bien el resultado de la apropiación de conocimientos (Vivas, 2010).

Similar al concepto de estrategias de enseñanza, las estrategias de aprendizaje se pueden entender como un conjunto de actividades conscientes o procedimientos que posibilitan el aprendizaje, mismos que la o el aprendiz aplica con la intención de generar un aprendizaje significativo para la resolución de problemas. Empero, otra descripción es que son acciones o técnicas aplicadas para aprender y controlar el aprendizaje (Díaz & Hernández, 2002; Vivas, 2010).

Respecto a los tipos de estrategias de aprendizaje, Callisaya (2020) expone algunas como son: la organización, la elaboración y la repetición, utilizadas para facilitar la adquisición de conocimientos. Y aunque dentro de estas clasificaciones también incluye el aprendizaje basado en problemas como estrategia de aprendizaje, es necesario mencionar, que esta principalmente se considera una metodología de enseñanza. Sin embargo, esta metodología puede fomentar el uso de diversas estrategias de aprendizaje por parte del alumnado.

Por otro lado, señala también algunas técnicas didácticas enfocadas al logro de un aprendizaje significativo, entre las que destaca: la técnica expositiva, del dictado, biográfica, exegética, cronológica, de los círculos concéntricos, de las efemérides, del interrogatorio, de la argumentación, del diálogo, de la discusión, del debate, del seminario, del estudio de casos, de la enseñanza de lenguas, de problemas, de la demostración, de la experiencia, del redescubrimiento, del estudio dirigido, y de la tarea dirigida.

Es necesario mencionar, que estas técnicas, no son estrategias de aprendizaje, debido a que el estudiantado no las utiliza de forma autónoma para aprender, sino que funcionan como herramientas pedagógicas que la o el docente planifica y emplea en el proceso de enseñanza para facilitar el aprendizaje del estudiantado.

A pesar de la gran variedad de tipos de estrategias de enseñanza y de aprendizaje, las nuevas tecnologías son cada vez más consideradas como apoyo pedagógico, esto debido a su naturaleza y a la facilidad de acceso que presentan. Cada vez son más las oportunidades de tener a disposición aparatos electrónicos y acceso a las nuevas tecnologías, y por ende a los recursos digitales, por lo que es fundamental aprovechar estas herramientas y aplicarlas en el ámbito académico como estrategias.

Algunos programas/softwarees que se encuentran en línea pueden ser utilizados como herramientas de las estrategias de enseñanza-aprendizaje para fortalecer este proceso además de simultáneamente lograr la obtención de competencias, valores, habilidades y destrezas. Al considerar algunas de las estrategias mencionadas, Vargas (2020) en su trabajo titulado “Estrategias educativas y tecnología digital en el proceso enseñanza-aprendizaje”, consigue relacionar algunos programas con algunas estrategias educativas como son:

1. En mapas conceptuales: Lucidchart.
2. En mapas mentales: MindMeister.
3. En infografías: Google Drawing.
4. En ilustraciones: Google Drawing, RealWord Paint.
- 5, En preguntas intercaladas: Google Forms y Microsoft Forms.
6. En pistas tipográficas: Xodo y Adobe Reader DC.
7. En resumen: Google Docs y Word 365.

8. En un organizador de ideas previas y las nuevas experiencias a experimentar (como ejemplo puede ser un cuadro sinóptico): Microsoft Sway, Lucidchart y Google slides.
9. En analogías (en base a ideas concebidas, el estudiantado puede ser capaz de trasladar los conocimientos a otros ámbitos): EducaPlay.
10. En redes semánticas: Google Slides y ATLAS ti.
11. En textos narrativos: Google Docs y Moon Reader.

Actualmente, una vasta diversidad de investigaciones permite identificar la clara importancia que tienen las herramientas digitales como material de apoyo a las estrategias de enseñanza-aprendizaje para el alcance de aprendizajes significativos. Esto lo destacan autores como Delgado & De la Peña (2023), en su trabajo titulado “El uso de juegos en línea y el aprendizaje significativo en escolares de la educación general básica”.

En el trabajo de Delgado & De la Peña (2023), el principal objetivo era poder agregar al proceso de enseñanza-aprendizaje instrumentos digitales, y con apoyo de alternativas didácticas poder generar un cambio notable, esto mediante el uso del juego en línea en las áreas de Matemáticas y Estudios Sociales. Para concluir que el aprovechamiento de estos recursos provocó que el alumnado se sintiera más motivado y entretenido, además de que su comportamiento frente a la clase tuvo un cambio radical.

Un trabajo cuya idea principal se inclina a lo propuesto en esta tesis, es el de Díaz (2017), en el que se desarrolló una estrategia de enseñanza-aprendizaje con el apoyo de la aplicación del simulador PhET, con el objetivo de analizar si la aplicación del simulador promueve una mejora en el aprendizaje en el tema de fracciones

equivalentes, en donde las y los sujetos de estudio fueron alumnas y alumnos de octavo grado de educación secundaria de una institución de Cundinamarca.

La conclusión a la que se llegó es que, en temas científicos, el estudiantado tuvo una evolución satisfactoria al utilizar simuladores. Se comparte la idea que Delgado & De la Peña (2023) concluyó en su trabajo respecto al comportamiento de las y los aprendices, además de que el aprendizaje fue activo y el estudiantado presentó una postura positiva y de interés en el tema.

Con lo anterior queda más que claro que las estrategias de enseñanza-aprendizaje deben de adaptarse a las nuevas generaciones para poder promover un proceso educativo favorable, tanto para las y los docentes, como para las y los discentes. Es necesario analizar las estrategias que se utilizan para enseñar ciencias a estudiantes de nivel básico, y poder determinar si estas son adecuadas o necesitan de una modificación para que generen un cambio significativo en la educación.

1.3.2 Estrategias de enseñanza de conceptos científicos en tercer grado de primaria

De acuerdo con lo estipulado en el programa de Fases (SEP, 2023a), el material de apoyo sobre el pensamiento científico indica algunas investigaciones para que las y los docentes puedan apoyarse de estos recursos, con el fin de conducir al estudiantado a que sea capaz de formar su propio conocimiento en el campo formativo de Saberes y Pensamiento Científico, de reconocer el lenguaje científico y de desarrollar habilidades que le permitan resolver problemas de manera eficiente y eficaz.

En este apartado se identifican *los proyectos en los que la SEP se basa para sugerir diversas maneras en que las ciencias sean enseñadas a nivel primaria*, para de esta

manera indicar otros métodos o estrategias también aplicados como parte del desarrollo del aprendizaje de conceptos y temas científicos en la comunidad estudiantil (o de una comunidad que cumpla las características esenciales que representan al alumnado de educación primaria).

Las generaciones actuales cumplen un rol protagonista en el proceso de la enseñanza-aprendizaje. Es esencial enseñar las ciencias desde un enfoque que considere el contexto actual, esto puede lograrse al actualizar la forma en la que las ciencias son enseñadas y las estrategias, así como los métodos que se utilizan.

Generalmente se suele saber que la sociedad de alumnos proyecta un claro desinterés e incluso cierto rechazo hacia las ciencias, ya sea por la incompreensión de conceptos que suelen ser abstractos o incluso por la falta de visión de los escenarios científicos presentados, en una situación de la vida cotidiana (Rosária, 2006; Harlen, 2010; Fernandes, Pires & Villamañán, 2014).

Debido a esto, es necesario estructurar y poner en práctica nuevas estrategias que promuevan la generación del conocimiento científico, de manera que las y los alumnos se sientan motivados, incitados y curiosos por el saber científico, con el propósito de generar pensamientos críticos, reflexivos y resolutivos.

De acuerdo con las necesidades de la sociedad actual, la manera en la que las ciencias son enseñadas ha tenido ciertas modificaciones, sin embargo, esta situación también manifiesta una variedad de retos a superar. Es necesario inculcar una cultura científica a las y los estudiantes, que puedan analizar problemas y basado en el método científico resolverlos. Para lograr esto, las y los discentes deben desarrollar habilidades y capacidades, lo que también supone un reto.

Para poder superar este tipo de retos, es necesario no solo enfocarse en estar en la vanguardia del conocimiento, sino que también es indispensable considerar cómo es que la educación y todo aquello que la define se ha desarrollado, para de esta manera poder realizar un cambio radical al analizar las deficiencias que presentaban los métodos y las estrategias de enseñanza previamente utilizados (Arteaga, Armada & Del Sol, 2016).

Otro aspecto imprescindible a discutir, es que el alumnado está familiarizado con la observación y análisis de fenómenos físicos desde temprana edad. El proceso de aprendizaje no siempre ocurre dentro de contextos escolares, sino que existen diversas modalidades educativas por las cuales se puede adquirir conocimiento.

Entre estas se encuentra la *educación formal*, que es impartida en instituciones educativas mediante un currículo estructurado; la *educación no formal*, que se lleva a cabo en espacios fuera del sistema escolar (talleres, visitas a museos o actividades extracurriculares); y la *educación informal*, que se obtiene mediante la experiencia cotidiana, la interacción social y con el entorno (Homs, 2001).

Lo anterior implica que, en el aula, las y los estudiantes ya presentan entonces conocimientos contruidos a partir de su experiencia cotidiana y procesos de interpretación del entorno. Estas ideas, que pueden tener un origen tanto empírico como reflexivo, conforman una base cognitiva desde la cual el estudiantado puede comprender fenómenos científicos.

Esto remite a las condiciones cognitivas que poseen las y los estudiantes de aprender conceptos científicos. Dichos conocimientos previamente adquiridos son denominados (como ya se expuso anteriormente) por varios autores como “preconcepciones” o “concepciones alternativas” (Novak, 1983; Pozo & Gómez, 1998).

Una de las propuestas para favorecer el proceso de desarrollo de las ideas o preconcepciones del estudiantado en el conocimiento científico, consiste en generar el cambio conceptual, que es el proceso de sustitución o transformación de concepciones previas obtenidas a través de experiencias pasadas (Strike & Posner, 1985) basado en el marco epistemológico del constructivismo evolutivo, al poner atención en la reestructuración de las actividades de enseñanza (Harres, 2005).

El fin de generar nuevas estrategias de enseñanza-aprendizaje es que las y los individuos se puedan ajustar a un mundo que está en constante experimentación de cambios de manera exponencial. Esta situación pone en alerta a una gran comunidad de investigadores y docentes para focalizar su atención en la pregunta de ¿cómo enseñar las ciencias?, la cual no puede ser respondida de manera definitiva gracias a la diversidad de variables que se consideran en el aspecto educativo.

Esta diversificación provoca que no se pueda establecer una estrategia o un método efectivo capaz de atender todas las necesidades del estudiantado, puesto que puede funcionar para una determinada comunidad, pero los contextos sociales, el currículo, los recursos e incluso los objetivos difieren. Esto propicia que no se pueda desarrollar una sola estrategia que sea absolutamente efectiva en la enseñanza de las ciencias (Fernandes, Pires & Villamañán, 2014).

Por otro lado, es necesario mencionar que, para comprender el aprendizaje de las ciencias de manera más amplia, es necesaria una perspectiva integral que considere los procesos individuales, así como los sociales. Cada estudiante construye sus conocimientos desde su experiencia personal, pero con la constante interacción con su entorno. Es por esto, que el aprendizaje no es un proceso aislado, sino que es una construcción que se desarrolla en un contexto social compartido.

En la enseñanza de las ciencias se busca que las y los estudiantes se apropien de conceptos, conocimientos teóricos e ideas, para que sean capaces de entender fenómenos y de resolver situaciones problemáticas, conjuntamente entender la naturaleza de las ciencias y ser partícipes de investigaciones, de manera que funjan un rol más aproximado a lo que es ser científicas y científicos (Rosária, 2006).

Una característica que comparten tanto estudiantes como científicas y científicos, es que ambos se apoyan de saberes previos para enfrentar nuevas situaciones. Para el estudiantado, estas referencias suelen basarse en experiencias o intuiciones no sistematizadas, mientras que, en la práctica científica, los nuevos conocimientos son contruidos a partir de teorías, modelos y datos validados. Es por esta razón, que es de suma importancia focalizar la atención en estas preconcepciones ya que estas influyen directamente en la interpretación de fenómenos y en una comprensión más científica (Harlen, 2010).

A causa de lo anterior, la o el docente no debe basar su estrategia didáctica en la repetición mecánica de contenidos, y el alumnado no debe orientarse únicamente a recibir ni almacenar conocimientos que no se relacionan con su día a día o que incluso llegan a ser arcaicos y desactualizados.

Es entonces que el profesorado no debe ser un repetidor de información, sino que ahora tiene la obligación de actuar como un guía y un moderador que otorgue los recursos y estrategias necesarias para que el alumnado sea quien genere su aprendizaje.

Para lograr esto, Arteaga, Armada & Del Sol (2016) proponen una serie de perspectivas en la enseñanza de las ciencias, así como una variedad de ideas sobre qué hacer para enseñar ciencias. Señalan que la actividad de búsqueda sea realizada

por el estudiantado y se debe propiciar que éste comience a tomar el control de su aprendizaje, desde cómo lo hace, hasta qué recursos aplica.

Para ello, las lecciones impartidas deben de ser comenzadas con situaciones o problemáticas familiares a la o el aprendiz, exponer situaciones que ha presenciado o situaciones con las que se identifica; buscar la solución mediante la indagación y con ayuda de estrategias de aprendizaje otorgadas por la instructora o el instructor.

La aplicación de actividades ayudará a que la comunidad estudiantil reflexione y aprenda nuevos conceptos además de desarrollar procesos del pensamiento, sin embargo, algo digno de rescatar en esta situación, es que la o el docente no interviene en la forma en que se desarrollan las actividades, para así evitar que el pensamiento del alumnado sea desplazado, conjuntamente también se encuentra considerado el enfoque constructivista de Vygotsky.

El constructivismo social que expone Vygotsky se centra en cómo influyen los contextos sociales y culturales al proceso de aprendizaje, en el vínculo entre educación y comunicación, es decir, sugiere con esta teoría que un individuo (en este caso una alumna o alumno) es capaz de construir un conocimiento gracias a las relaciones, comunicaciones e interacciones que presenta con las y los docentes además de otras y otros estudiantes (Vygotsky, 1978).

Sumado a lo expuesto, otra propuesta para la enseñanza de las ciencias se encuentra en la utilización de modelos (Rosária, 2006), que son representaciones (visuales, matemáticas, computacionales, verbales, etc.) de objetos, con el propósito de simplificar su complejidad y en donde la creatividad toma una posición crucial para la elaboración de estos.

El éxito de la propuesta depende de varios parámetros, pero en principio depende de las preconcepciones que la o el estudiante posee y de los recursos que tienen a su alcance. La o el docente debe de brindar los conocimientos necesarios para que las y los aprendices sean aptos para realizar modelos y debe indicar el momento en el que la construcción de modelos debe ser aplicada.

Un componente que resalta en esta propuesta, es el rol del profesorado como guía y facilitador, quien ofrece retroalimentación formativa en lugar de emitir juicios cerrados, en donde se busca acompañar al estudiantado en la revisión, ajuste y justificación de sus representaciones, así se promueve el pensamiento crítico y la comprensión del fenómeno modelado.

Si la o el estudiante no ha tenido contacto previo con el objeto a modelar resultará sumamente difícil llevar a cabo la elaboración del modelo. Con esto se busca realizar actividades experimentales de naturaleza investigadora que propicien el pensamiento crítico, además de la apropiación de herramientas y estrategias que sean útiles para la resolución de problemas.

La finalidad de utilizar modelos es también que se motive al estudiantado a exponerlo en el aula y a defender su postura, así como a modificarlo, situación que provocará una participación activa por parte del grupo al cuestionar y proponer nuevas ideas referente al modelo utilizado.

Lo anterior hace referencia al aprendizaje basado en el constructivismo. Los dos trabajos antes mencionados se relacionan con el de Harlen (2010), el cual se centra en la generación de grandes ideas (ideas claves en la educación), las cuales permitirán comprender fenómenos o acontecimientos que sean relevantes para el alumnado.

Para enseñar ciencias, el aprendizaje basado en la indagación ha demostrado ser una excelente metodología de enseñanza-aprendizaje, sin embargo, esta presenta también desventajas, y es que, a pesar de su eficiencia y sus resultados, la indagación supone más disponibilidad de tiempo, lo que en un aula se traduce en una disminución de temas abordados.

La generación de las grandes ideas se relaciona directamente con las habilidades de indagación, además de mantener una vinculación con las ideas existentes para dar sentido a nuevas experiencias. Se puede valorar la utilidad de la idea al formular una predicción y si al recabar evidencias se cumple la predicción, la idea es correcta.

Nuevamente este trabajo comparte la idea de que debe existir una destacable preparación por parte del profesorado con el propósito de que se pueda transmitir una buena educación científica. Es necesario este desarrollo continuo para que la comunidad estudiantil pueda percibir un desarrollo pedagógico efectivo; referente a esto, Harlen (2010) propone un acercamiento a través del uso de internet o incluso un acercamiento directo con investigadores dedicados a la docencia, sin embargo, esta no es la única condición, sino que también pueden ser investigadores que cuenten con una participación activa en laboratorios.

Por otro lado, Fernandes, Pires & Villamañán (2014) diseñaron un instrumento de análisis para indagar si la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente (CTSA) se encontraba integrada en los documentos curriculares. El proyecto considera de suma importancia los currículos, puesto que, el mundo está en constante cambio, por lo que también es necesario actualizar los conocimientos y ligarlos con el contexto actual, para que de esta manera se puedan desarrollar competencias y habilidades, así como promover una ciudadanía activa.

Las ciencias desde este enfoque CTSA (Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente) busca focalizar su atención en que los conceptos que se enseñan guarden relación con la vida y el contexto de las y los estudiantes, además de fomentar el uso de los recursos tecnológicos en la vida diaria. Sembrar en la comunidad estudiantil un interés genuino al evidenciar que los conceptos, así como los temas científicos, pueden ser encontrados en el día a día y no son situaciones únicas y extraordinarias casi imposibles de detectar o presenciar (Fernandes *et al.*, 2014).

Fernandes *et al.* (2014) señalan que las estrategias para la enseñanza de las ciencias, deben basarse en un enfoque socio-constructivista en donde el currículo debe proponer la utilización de una diversidad de recursos no únicamente dentro del aula, sino también fuera de, además de que las prácticas experimentales o de laboratorio también estén presentes, así como las excursiones. El alumnado se debe involucrar de manera activa en la resolución de problemas, en la defensa de propuestas y en las investigaciones.

Con los trabajos previamente analizados (planteados por la Secretaría de Educación Pública), al aplicar las estrategias y metodologías propuestas, es posible que la o el discente comience a presentar una alfabetización (Harlen, 2010) y cultura científica, la cual será esencial para la comprensión de eventos científicos, así como tecnológicos (Fernandes, Pires & Villamañán, 2014).

Por otro lado, al tener presente que las ciencias no únicamente se aprenden en el ambiente escolar, actividades extraescolares deben ser consideradas de la misma manera y estudios como los de García, Lewenstein, Michel & Esparza (2020), señalan la relevancia que tienen los Talleres de Ciencia Recreativa (TCR) con el fin de divulgar la ciencia.

Los TCR promueven que, a través de la integración de la práctica y la teoría, sean los aprendices, los protagonistas de un proceso de aprendizaje que desarrolla capacidades, habilidades, interés, motivación y herramientas que servirán de apoyo para la explicación de situaciones que suceden en su entorno. Para lograr la eficiencia de un TCR, elementos abordados por las y los talleristas de manera individual o en conjunto son presentados en el trabajo (García *et al.*, 2020).

Dichos elementos/estrategias son considerados como “el cinturón de herramientas” del tallerista y en los cuales se destacan: la interacción física, intelectual y emocional, aprovechamiento de la ignorancia, la indagación, la solución de problemas, el papel del error y el uso de las narrativas.

Como se ha podido observar a lo largo de este capítulo, la manera en la que se ha enseñado ciencias ha estado en constante evolución con el paso del tiempo, ya que las generaciones de hoy día, cuentan con otras habilidades y herramientas disponibles. Es de suma importancia evolucionar la forma de enseñar y aprender, de originar un genuino interés por el aprendizaje y presentar herramientas, métodos y estrategias que ayuden a motivar cada vez más al estudiantado.

Por ello en esta sección del proyecto, se busca presentar de manera general, aspectos históricos, como también herramientas y estrategias que se sugieren utilizar para enseñar conceptos, definiciones y eventos de índole científica que no únicamente se abordan en la academia, sino que también el estudiantado puede presenciar día a día en su contexto social y cultural.

CAPÍTULO II

RECURSOS EDUCATIVOS, ACTIVIDADES EXPERIMENTALES Y SIMULADOR PHET PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

En los últimos años, la educación y la ciencia han sido beneficiadas (entre otros factores) gracias al avance logrado en temas de tecnología, esto debido a que se han desarrollado nuevas estrategias y metodologías con la intención de aumentar la productividad y la comprensión de las y los estudiantes referente a cualquier tema ya sea científico, social o de cualquier otra índole, además de coadyuvar en la labor docente.

Es por lo anterior que el presente capítulo centra su atención en proporcionar inicialmente información acerca del concepto de fuerza, la relevancia de las actividades experimentales/lúdicas para la apropiación del conocimiento científico, así como algunas prácticas experimentales utilizadas para enseñar este concepto al incluir los tipos de fuerza, únicamente con el propósito de brindar una idea más amplia de las características de este fenómeno, desde una óptica enteramente física.

En adición a lo anterior, se comparte información acerca de los recursos educativos digitales y abiertos con el fin de enunciar algunas herramientas tecnológicas utilizadas en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias, así como una explicación del porqué se decidió utilizar el simulador PhET (Physics Education Technology).

Posteriormente, se expondrá una descripción general de las propiedades que caracterizan a dicho simulador en la enseñanza de temas científicos al mostrar cuál es la relación que presenta con el concepto de fuerza, además de que se establece qué actividades propone para la apropiación de este concepto.

Todo esto comprende al objetivo específico del presente capítulo, cuyo propósito es exponer la influencia que tiene el uso de actividades experimentales educativas y recursos educativos en la aplicación al proceso de enseñanza-aprendizaje de conceptos científicos. Finalmente se concluye con una explicación de forma sistemática sobre la importancia que supone el utilizar estos recursos a edades tempranas.

2.1 Concepto de fuerza

Desde que el ser humano comienza a interactuar y tener un acercamiento con la naturaleza, consigue familiarizarse con su entorno y asimismo relacionar fenómenos a través de su experiencia o conciencia adquirida por conducto de la manipulación de objetos e incluso mediante la observación de acontecimientos cotidianos.

En las etapas de su crecimiento, el conocimiento empírico forma parte importante de su desarrollo intelectual, así las situaciones que vive día a día pueden aportar una idea nueva que se relaciona con otras y de esta manera podrá generar y apropiarse de una nueva concepción, misma que servirá como base para el entendimiento de nuevos aprendizajes.

Por ello, es preciso señalar que las ideas que se discuten deben ser claras precisas y comprensibles desde el primer momento en que se tiene contacto con ellas, dado que, si se generan definiciones erróneas o parciales, desencadenaría una serie de malas interpretaciones, mismas que la persona adoptaría inconscientemente y replicaría, lo que puede ocasionar que si se utiliza la idea para completar el entendimiento de una nueva concepción, se llegue a formar una confusión en la o el individuo.

En el mundo material que habitamos, es habitual dar explicación a cualquier suceso o fenómeno de manera precisa, siempre y cuando se respeten las leyes de la física. Para ello, es necesario contar con teorías, axiomas, principios, teoremas, definiciones, reglas, entre otras propuestas, para poder desarrollar un análisis eficiente de un suceso físico o natural, con el fin de dar explicación del comportamiento antes y después de la manipulación del objeto de estudio.

En física, un concepto que es de suma importancia es la “fuerza”, ya que se encuentra presente en la mayoría de análisis físicos. De hecho, no solamente se aborda en la materia de física, sino que desde que nacemos, experimentamos tal fenómeno. Esto puede ser observado desde que un bebé aprieta el puño de su madre, también en el momento que caminamos, cuando masticamos nuestros alimentos, o tratamos de unir dos imanes al enfrentar polos del mismo “signo”, e incluso cuando no hacemos nada más que estar parados sobre una superficie, aquí también se presenta el concepto de fuerza.

Si bien, la mayoría lidia con este fenómeno de diversas formas, es muy poco común escuchar la pregunta de “¿qué es la fuerza?”, y menos común escuchar una definición clara de ella. En una gran cantidad de libros de física se puede leer una descripción detallada de lo considerado como “fuerza”, sin embargo, algo que comparten los textos, es que se comienza con un ejemplo que posiciona a la fuerza como la consecuencia de un acto, lo que provoca que la o el lector relacione simbólicamente el fenómeno con un suceso específico para así dar una descripción al basarse en un escenario.

Una de las representaciones que involucra el fenómeno de fuerza es establecida por Félix, Oyarzabal & Velasco (1985). Estos autores relacionan el fenómeno con el

esfuerzo que se realiza una vez se empuja, se tira, o se jala una entidad. La fuerza se explica en el texto como el objeto causante del inicio del movimiento de los cuerpos.

De manera similar, una de las interpretaciones de la fuerza menciona que es un agente que puede modificar o producir el movimiento de cualquier elemento (F.T.D., 1918). Una definición cualitativa está dada por Reimann (1974), en su escrito, se asocia a la fuerza con la aceleración. Se sitúa como ese fenómeno que provoca una aceleración en el sistema en el que se aplica (la aceleración se puede interpretar como una variación en la velocidad en cierto tiempo).

La fuerza se puede relacionar intuitivamente con un empujón o estirón. Esto puede variar debido a la naturaleza de la fuerza, ya que se puede clasificar en fuerza de contacto, normal, de fricción, de tensión, de largo alcance e incluso en peso. Al analizar en qué consisten estas fuerzas, se puede notar que comparten ciertos aspectos que pueden determinar de manera general el concepto de fuerza, y es que, en cada una de ellas, la interacción entre cuerpos está presente, pero no son los únicos entes que pueden estar relacionados o presentar un intercambio de energía o materia, sino que también se encuentra la relación individuo-ambiente (Young & Freedman, 2009).

Referente a los tipos de fuerza mencionados, la *fuerza de contacto* (como su nombre lo indica) asocia a este concepto con una acción directa entre objetos, tal puede ser el caso de empujar, jalar o realizar cualquier modificación en un objeto a través de una actividad motriz. La *fuerza de fricción* por su parte, es considerada un fenómeno que requiere del contacto entre dos o más cuerpos y es un tipo de fuerza que se opone al movimiento de ellos, la cual debe de vencerse para que exista una alteración en el estado de los sistemas.

La *fuerza de tensión* se entiende como el estiramiento que experimenta un objeto (pudiese ser una cuerda, por ejemplo) cuando éste se encuentra atado de un extremo y se tira de él. En cuanto a las *fuerzas de largo alcance*, se interpretan como la manifestación experimentada entre sistemas incluso si la distancia que los separa es considerable (Young & Freedman, 2009).

En los anteriores conceptos se puede identificar un factor o aspecto en común, el cual es, que la fuerza siempre está relacionada con el movimiento de los objetos, empero, no siempre una fuerza provoca o inicia el movimiento. Esto puede ser observado cuando se trata de mover un edificio entero, o simplemente cuando se está parado sobre el suelo, el simple hecho de no hundirnos o incluso no flotar implica que fuerzas externas están presentes (Serway & Jewett, 2015).

En física, la fuerza puede definirse matemáticamente como el cambio del momento lineal respecto al tiempo (magnitud que indica cómo cambia el movimiento de un cuerpo respecto al paso del tiempo), ecuación (a):

$$F = \frac{dp}{dt} = \frac{d(m \cdot v)}{dt} = m \cdot \frac{dv}{dt} \quad (a)$$

$$F = m \cdot a \quad (b)$$

Donde $p = m \cdot v$ representa el momento lineal, m la masa del objeto, v la velocidad y a la aceleración. La ecuación (b) es por su parte la forma más común de representar a la fuerza (situación que será tratada en la explicación de la Segunda Ley de Newton). Esta definición indica que la fuerza está directamente relacionada con un cambio en el estado de movimiento de un cuerpo, y a pesar de que existen diversas expresiones matemáticas, todas ellas mantienen coherencia dimensional entre sí.

En estas expresiones generalmente se utiliza la unidad de medida conocida como el Newton (N), que es la fuerza requerida para acelerar $1 \frac{m}{s^2}$ un objeto con masa de $1kg$. No obstante, para fines de este proyecto al focalizar la atención en la educación básica, este tipo de formulaciones aún no son requeridas. En su lugar, se debe introducir a la fuerza como una interacción capaz de modificar el movimiento de los objetos al iniciar, detener o cambiar su dirección (Resnick, Halliday & Krane, 2001).

A pesar de los mencionados tipos de fuerza (de contacto, tensión, fricción, entre otras), realmente se reconocen únicamente cuatro fuerzas fundamentales: la gravitacional, la fuerza electromagnética, la fuerza fuerte y la débil (Serway & Jewett, 2015).

No obstante, en el contexto de la enseñanza básica, precisamente en el nivel de primaria, el estudio de las fuerzas se limita al enfoque de la física clásica, que puede ser representada (la fuerza) mediante el modelo vectorial, donde cada fuerza se caracteriza por su dirección, sentido, punto de aplicación e intensidad. Esta representación vectorial es útil para describir fenómenos cotidianos de forma sencilla (F.T.D., 1918).

Lo anterior no aplica a las otras tres fuerzas (electromagnética, nuclear fuerte y débil), las cuales son propias de fenómenos subatómicos y se abordan desde el marco de la física cuántica, no forman parte del tratamiento didáctico en este nivel, donde se prioriza una comprensión más accesible y fenomenológica de la fuerza, centrada en situaciones contextualizadas observables.

Los elementos que caracterizan a una fuerza son: el punto de aplicación, la dirección, el sentido y la intensidad. Estos últimos 3 definen a la fuerza como un vector

(el cual representa gráficamente un desplazamiento, que tiene como componentes una longitud, dirección y sentido) (F.T.D., 1918).

Lo anterior es demasiado importante para el análisis del comportamiento de un sistema una vez se le aplica una fuerza. Se puede predecir el estado de posición, así como la deformación que tendrá en su estructura una vez cese la aplicación. Y de igual manera se pueden identificar las propiedades que alteraron el orden inicial de un objeto.

Un ejemplo claro, es la colisión entre vehículos. Puede conocerse de dónde provino el impacto inicial, cuál de los automóviles involucrados percibía mayor velocidad antes del choque, la resistencia de los materiales de los autos, e incluso con ayuda del impacto y el rastro que dejan los neumáticos en el suelo se puede identificar el coeficiente de fricción de la superficie.

Si bien, es cierto que la fuerza posee un carácter vectorial, lo que indica que para poder analizarla es necesario descomponerla en la suma de otros vectores que sirven de referencia, lo cual depende de la naturaleza de la fuerza y del espacio en el que se trate. No obstante, pese a la complejidad que el estudio del análisis vectorial podría conllevar, y para fines de esta investigación, el proyecto únicamente considerará el análisis dimensional de la fuerza, lo que quiere decir que se centrará en magnitudes y no en componentes vectoriales de la misma.

Por otro lado, entre las leyes de la física más conocidas se encuentran las 3 leyes de Newton, las cuales relacionan la interacción entre objetos, el movimiento y la fuerza. Una interpretación de la Primera Ley menciona que cualquier cuerpo en ausencia de fuerzas externas, permanecerá a velocidad constante, lo que incluye que la velocidad sea cero (estado de reposo). Una vez se apliquen fuerzas externas se producirá una

aceleración y por ende la alteración del estado inicial del cuerpo (Serway & Jewett, 2015).

La Segunda Ley retoma la ecuación (a) tratada anteriormente que establece que la fuerza es igual a la derivada del momento lineal respecto al tiempo, esta expresa como la fuerza afecta el movimiento, especialmente en contextos donde la masa del objeto puede variar.

Sin embargo, en la educación básica en grados más avanzados, esta ley suele abordarse en su forma simplificada, que parte del supuesto que la masa es constante, por lo que la ecuación (a) se reduce a la ecuación ($F = m \cdot a$), lo que indica que si existe una fuerza no equilibrada que actúa en un cuerpo, entonces en la dirección de la fuerza se generará una aceleración que es inversamente proporcional a la masa del objeto y directamente proporcional a la fuerza ejercida sobre él, en otras palabras, si la masa aumenta, la aceleración disminuirá, y si la fuerza aumenta, entonces el cambio en la velocidad (aceleración) aumenta (Serway & Jewett, 2015).

Esta última interpretación resulta especialmente útil en la enseñanza primaria, puesto que permite vincular la noción de fuerza con el movimiento, y situaciones observables del entorno, sin necesidad de introducir conceptos abstractos como puede llegar a ser el de momento lineal/cantidad de movimiento.

Por último, la Tercera Ley de Newton establece que siempre que exista una interacción entre cuerpos, existirá una reacción ante cualquier acción, será de la misma magnitud, pero en sentido opuesto. Un ejemplo de esto es el rebote de una pelota, al caer y chocar contra el suelo, la pelota ejerce una fuerza hacia abajo, y el suelo reacciona y ejerce una fuerza hacia arriba que impulsa a la pelota de vuelta (Tippens, 2011).

Como conclusión, la fuerza se interpreta entonces como una acción que, al ser aplicada sobre algún cuerpo, altera su posición, su forma geométrica, velocidad y/o trayectoria. Aunque existen fuerzas externas que pueden ser percibidas, como las fuerzas de contacto, existen otras que son invisibles, como la de la gravedad y la fuerza electromagnética.

En el siguiente apartado, se indica la influencia que tienen las actividades experimentales en el aprendizaje de las ciencias, así como algunas propuestas lúdicas por parte del Gobierno de México para la enseñanza-aprendizaje del concepto de fuerza.

2.1.1 Actividades experimentales para la enseñanza-aprendizaje de conceptos físicos

Una de las principales características que presentan generalmente las y los niños de nivel educativo primaria, es la curiosidad. La apropiación del aprendizaje comienza cuando la o el individuo indaga y experimenta, la experimentación es una de las primeras técnicas de aprendizaje que se presenta desde el momento en que nace. Es por ello, que se requiere que esa curiosidad sea aprovechada para generar más conocimiento, y así se motive al alumnado a seguir con ella, aún y cuando pase su etapa de niñez.

Según García & Moreno (2020), las prácticas experimentales en educación primaria pueden potenciar el aprendizaje, y proponen el rol de protagonista al estudiantado que es un ser consciente del vínculo que genera con su entorno. En el proyecto de estos autores, se hace una reflexión sobre el valor de las actividades experimentales en la

enseñanza de las ciencias naturales en educación primaria, a través de un análisis de diversas investigaciones.

Se llega a la conjetura de que la experimentación forma parte de la construcción del conocimiento científico al otorgar herramientas necesarias para consolidar el conocimiento previo que el sujeto posee. Es necesario y de suma importancia promover las actividades experimentales en educación primaria, con el fin de aprovechar las características que presentan las y los estudiantes en esta etapa y que conforme avanza el tiempo tienden a debilitarse.

Una ventaja que se tiene, es la relación directa presente entre las ciencias y la experimentación de situaciones cotidianas. Gracias a la naturaleza de éstas, es posible realizar experimentos que generen un aprendizaje científico y que la observación colabore en esta acción de apropiación del conocimiento.

El tema de “fuerza”, al ser un aspecto fundamental en la física y estar presente en una gran variedad de fenómenos naturales, también puede estudiarse y entenderse mediante la experimentación. Cualquiera de sus tipos puede representarse en una situación cotidiana y contextualizada al punto de generar un aprendizaje de la misma.

De acuerdo con el Capítulo I de esta investigación, es conocido que el tema de “Efectos de la aplicación de fuerzas” está presente en tercer grado de primaria. El objetivo del tema, es describir el comportamiento que presentan los objetos una vez se aplica una fuerza sobre ellos, esto sin llegar a la noción de intensidad de fuerza.

Lo anterior, permite considerar algunas actividades lúdicas para enseñar este concepto sin profundizar como se indica. Algunas de estas actividades pueden ser: empujar o jalar objetos, lanzar objetos y experimentar con la dirección, aplicación de fuerzas con diferentes aceleraciones, etc.

Como parte de esto, el Gobierno de México en su programa denominado “Aprende en casa” presenta una propuesta intitulada como “Jugando con las fuerzas”. Dicha propuesta tiene como fin que se reconozcan las características y efectos de las fuerzas, además de demostrar cómo la fuerza aplicada sobre un cuerpo es capaz de deformarlo o cambiar su estado (Gobierno de México, 2022).

El material que se publica está enfocado a segundo grado de secundaria, a pesar de ello, el contenido de este, es básico y cumple con las limitantes solicitadas para llevar a cabo el objetivo del tema “Efectos de la aplicación de fuerzas” de manera que puede ser presentado y realizado en grados menores, como es el caso en tercer grado de primaria.

Es importante señalar que las actividades presentadas en esta propuesta no constituyen experimentos científicos en sentido estricto, ya que no buscan la recolección de datos, análisis cuantitativo, etc. Sino que se tratan de experiencias científicas/actividades experimentales que fueron diseñadas con el objetivo de fomentar la observación, la manipulación y la reflexión.

Las cuatro actividades proporcionadas por el programa “Aprende en casa” son los siguientes (Gobierno de México, 2022):

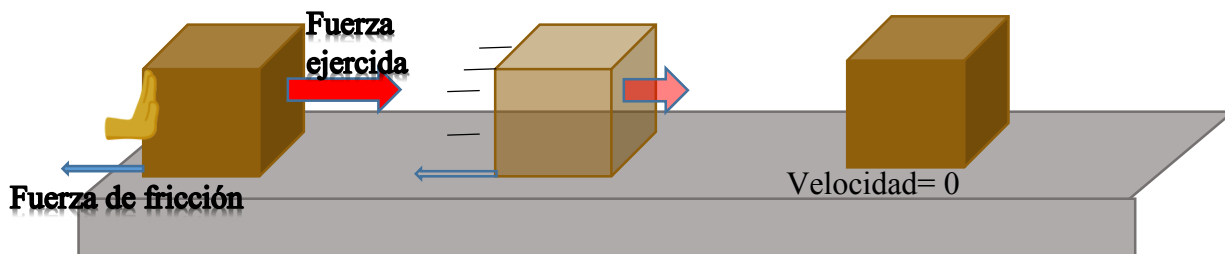
- Actividad 1: Fricción (empujar o jalar un carrito).
- Actividad 2: Deformación (aplicar fuerza en una plastilina).
- Actividad 3: Fuerza a distancia (acercar un imán a un clip).
- Actividad 4: Flotabilidad (una pelota en un balde de agua).

La Actividad 1 se enfoca en realizar una fuerza que empuje o jale un carrito para cambiar su estado de movimiento. Al analizar este experimento se puede notar que

también está presente la fuerza de fricción que ejerce la oposición al movimiento del objeto. Lo anterior modifica su posición, su trayectoria y su velocidad, pero no deforma su geometría (Figura 1).

Una vez es aplicada una fuerza en un objeto que está en contacto directo con una superficie, el suelo supondrá una resistencia en el objeto, misma que permitirá el frenado del cuerpo. Aunque no solo existe para frenar el movimiento, sino que también puede ayudar a generarlo.

Figura 1. Estado de reposo provocado por la fuerza de fricción

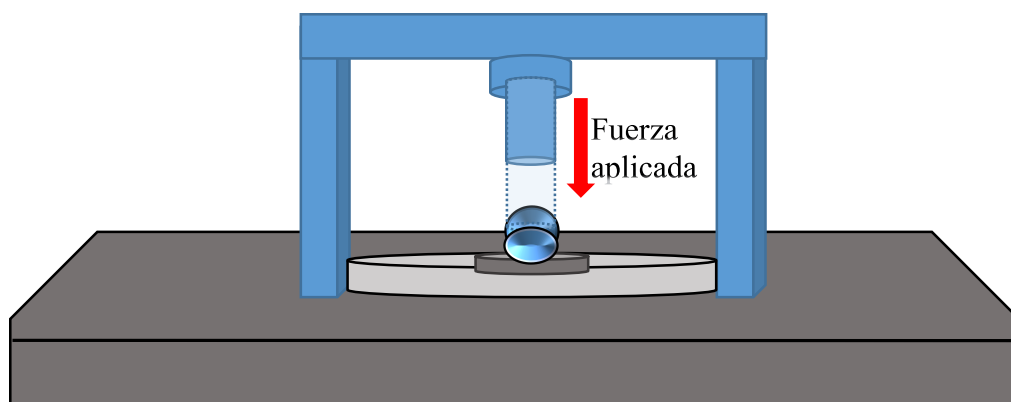


Fuente: elaboración propia

Para explicar lo anterior, es necesario presentar una situación que involucre ambos acontecimientos. Se considera como ejemplo el empuje de un refrigerador, al mismo se le aplica una fuerza de manera que se comienza a deslizar sobre una superficie. Al dejar de aplicar la fuerza el refrigerador se detendrá, es aquí donde se presenta el concepto de fuerza de fricción, puesto que, si no existiera dicha fuerza el refrigerador continuaría en movimiento aún después del impulso.

Por otro lado, la o el sujeto que aplica la fuerza también se mueve gracias a la fuerza de fricción ya que, si no existiera algo que se opusiera al movimiento, no se podría avanzar (o caminar) puesto que, de cierta manera se perdería la adherencia con el suelo y patinaría (justo lo que sucede cuando se quiere caminar en una pista de hielo).

Figura 2. Deformación por compresión



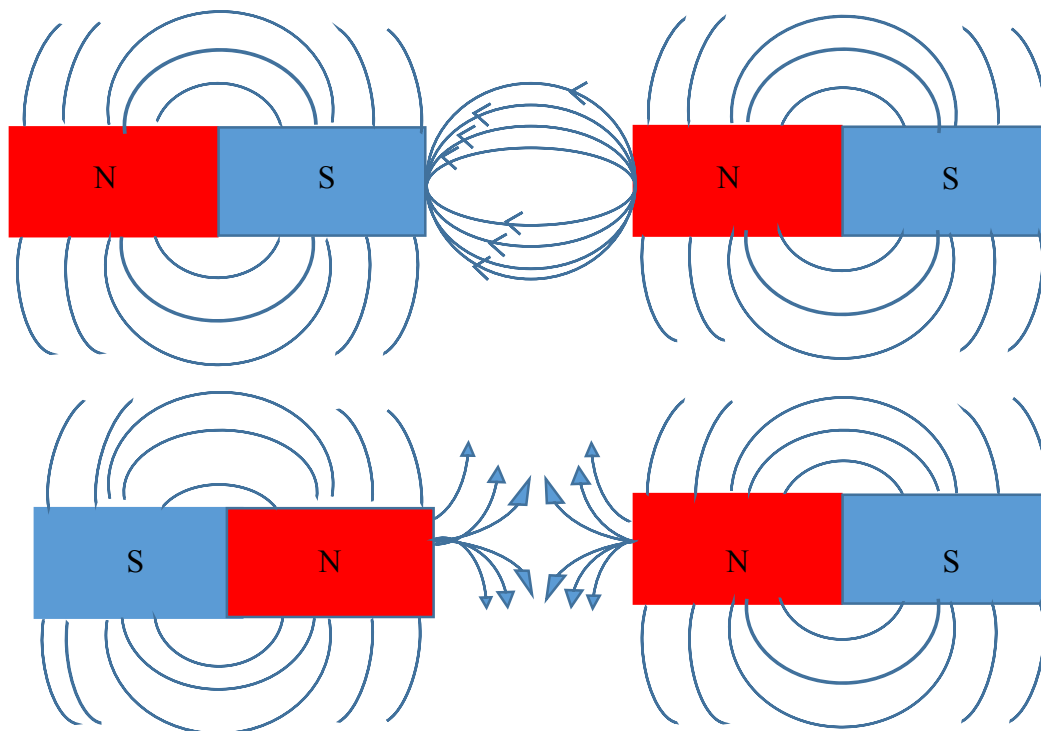
Fuente: elaboración propia.

En la Actividad 2 se analiza una situación particular que trata el tema de deformación de materiales, ya que se propone el utilizar como cuerpo, una plastilina para manipularla y analizar su comportamiento. Para esta situación existirá un cambio estructural que depende de la fuerza aplicada y del punto en donde se aplique. Para el análisis de este experimento, se puede considerar una prensa en la cual se expone un objeto en su estado inicialmente sin deformar

Una vez la prensa ejerce una presión (que se interpreta como la fuerza aplicada sobre una superficie) sobre el cuerpo, si este no opone una resistencia significativa a

la deformación, entonces cederá ante la presión y se verá alterada su composición estructural, que para el caso de la prensa el objeto se comprimirá (Figura 2).

Figura 3. Atracción y repulsión entre imanes y sus campos magnéticos



Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con la Actividad 3, en este se manifiesta la fuerza a distancia (fuerza magnética) que experimenta un clip ante la presencia de un imán, o incluso como otro ejemplo, se encuentra la fuerza de gravedad, la cual provoca que la luna gire alrededor de la Tierra. La fuerza magnética posee la capacidad de atraer o repeler los objetos, en el caso de un imán es una verdad que, al presentar los polos opuestos de dos imanes, se unen, pero los dos polos iguales se repelen.

El imán crea una especie de área de fuerza para atraer a los objetos magnéticos, esta es conocida como campo magnético, el cual es invisible, pero es el causante de atraer materiales. El campo presenta de cierta manera, unas líneas curvas que salen del polo norte del imán y entran en el polo sur. Cuando se enfrentan los polos diferentes de dos imanes, las líneas de salida (del polo norte) del imán 1 entran al polo sur del imán 2, mientras que, si se enfrentan los polos iguales de ambos imanes, las líneas de entrada o de salida de cierta manera “chocan”, lo que ocasiona la repulsión que se experimenta (Figura 3).

La Actividad 4 consta de una pelota y un balde de agua, al ejercer una fuerza sobre la pelota, si la acción es suficiente tal que podamos sumergir dicho objeto, entonces al dejar de ejercer esta fuerza, se tendrá como resultado que la pelota regrese a la superficie. A la mencionada fuerza se le conoce como *fuerza de flotación*.

Esta fuerza de flotación es una fuerza de empuje que impulsa al objeto hacia la superficie, lo que la categoriza como una fuerza ascendente, si la fuerza de flotación es mayor que el peso del objeto que se expone, entonces el fluido empuja hacia a la superficie al cuerpo, contrariamente, si la fuerza de flotación es menor que el peso del objeto, entonces este se hunde.

Para poder comprender de una manera más completa lo que se ha mencionado, se propone el análisis a la pregunta, ¿por qué una moneda se hunde en el agua, y un barco que es más pesado no?, es interesante aclarar esta cuestión que en principio puede parecer un “sinsentido”. Pero, para explicar este acontecimiento, es necesario mencionar qué es el peso, qué es la densidad, qué es el volumen y qué es lo que menciona el principio de Arquímedes.

Se puede entender al peso como la relación entre la *masa* de un sistema y la *gravedad*, es decir, es la fuerza de atracción (hacia la Tierra) que presencia una masa. La densidad es una variable que indica la relación entre la masa de un objeto y el volumen del mismo, es decir, expone cuánta cantidad de masa por unidad de volumen presenta un sistema. El volumen de un cuerpo representa la cantidad de espacio que ocupa un sistema.

Mientras que el principio de Arquímedes señala que, si se sumerge un objeto en un fluido, dicho objeto experimentará una fuerza de empuje ascendente que es igual al peso del fluido que fue desalojado por la inmersión del objeto en el fluido (ecuación (1)) (Tippens, 2011).

$$E = \rho \cdot g \cdot V \quad (1)$$

En la ecuación (1) “*E*” es la fuerza de empuje la cual tendrá unidades de Newtons [*N*] ya que se habla de una fuerza, ρ es la densidad del fluido donde se sumerge el objeto, este parámetro tiene unidades de $\left[\frac{kg}{m^3}\right]$, la *V* es el volumen del objeto sumergido con unidades de [*m*³] y *g* es la gravedad de la Tierra con unidades de $\left[\frac{m}{s^2}\right]$. El peso del objeto (con unidades de [*N*]) sumergido, está determinado por la ecuación (2), en donde “*m*” es la masa y tiene unidades de [*kg*], y *g* es la gravedad de la Tierra.

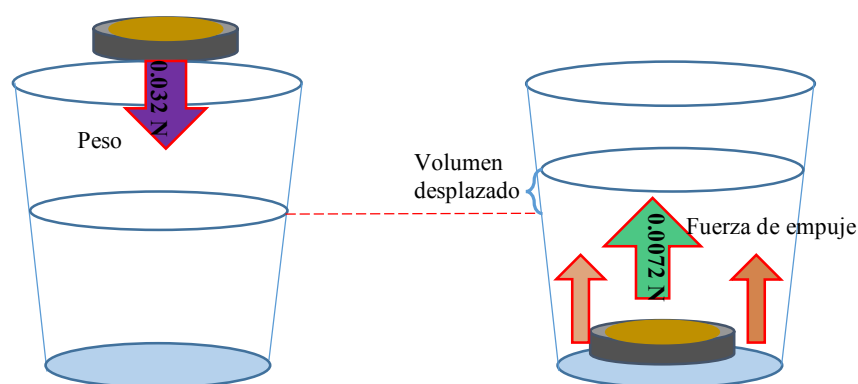
$$W = m \cdot g \quad (2)$$

Al considerar lo anterior entonces, se puede analizar la pregunta previamente mencionada. Para el caso de una moneda, se sabe que esta puede llegar a presentar un volumen extremadamente pequeño a comparación de un barco, por lo que, al ponerla en un fluido (según el principio de Arquímedes) la moneda desplazará un

mínimo del peso del fluido, por lo que la fuerza de empuje ascendente que experimentará será mínima de igual forma, lo que provoca que la moneda se sumerja.

Caso contrario ocurre con el barco, debido a que es más voluminoso, la fuerza de empuje que experimentará será mayor, lo que ocasionará que este flote. Todo esto se puede ver analíticamente al proponer valores y comprobar mediante datos reales cómo es la fuerza de empuje que experimenta una moneda en comparación a la fuerza de empuje que experimenta un barco.

Figura 4. Principio de Arquímedes para una moneda



Fuente: elaboración propia.

Para una moneda de cinco pesos mexicanos (Figura 4), se tienen dimensiones de diámetro de aproximadamente 2.5 cm (0.025 m), y de alto 1.5 mm (0.0015 m), lo que proporciona un volumen aproximado de 0.0000007363 m^3 . Una moneda con estas características cuenta con una masa aproximada de 0.00325 kg , lo cual es un peso de aproximadamente 0.032 N .

En cuanto al empuje que experimenta, se recurre a la ecuación 1, en donde se considera al agua como el fluido y de densidad aproximada de $1000 \frac{kg}{m^3}$. Con estos datos se determina una fuerza de empuje de aproximadamente $0.0072 N$. Al comparar la fuerza de empuje con el peso de la moneda se puede observar que el peso de la moneda es mayor que la fuerza de empuje, con esto, se presenta que la fuerza de empuje no será suficiente para llevar a la moneda al exterior y por ende esta se hundirá.

Para el barco (Figura 5), es muy difícil determinar su volumen debido a la gran cantidad de formas y dimensiones que existen, pero para ejemplificar se considera el Royal Mail Ship “Titanic”, que presentaba dimensiones aproximadas de longitud de $269 m$, ancho de $28 m$ y altura de $53 m$, así como una masa aproximada de $46,328$ toneladas ($46,328,000 kg$). Con estos datos entonces se obtiene un volumen aproximado de $421,792 m^3$ (al considerarlo como un prisma rectangular), y un peso aproximado de $454,000,000 N$.

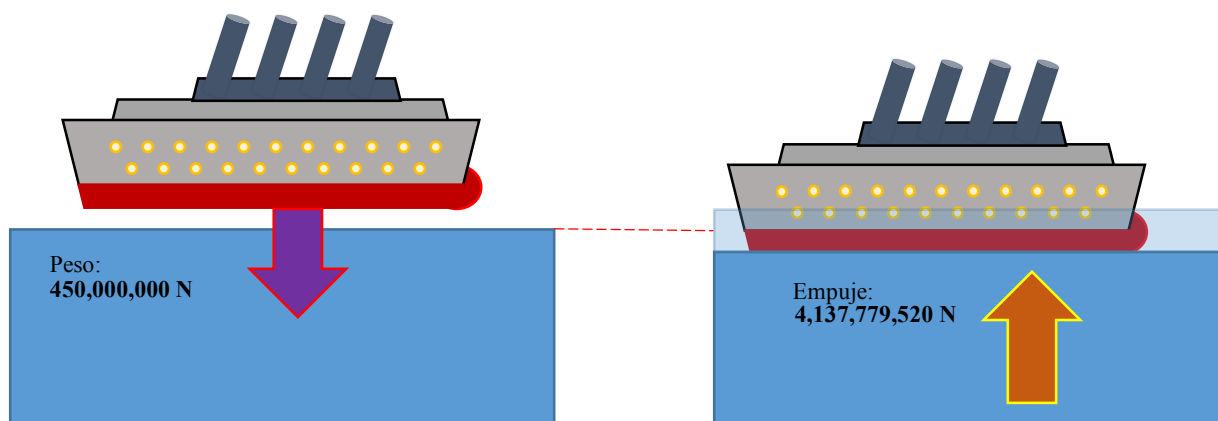
Un barco de este tipo entonces experimenta una fuerza de empuje de aproximadamente $4,137,779,520 N$. Lo que significa que, el Titanic experimenta una fuerza de empuje ascendente de aproximadamente 9 veces el valor de su peso. Dicho de otra manera, el Titanic flotará ya que el peso del fluido que desaloja es mayor que el peso del mismo Titanic.

No obstante, es interesante aclarar, ¿por qué el Titanic se hundió?, y es que con todo lo que se ha analizado se puede llegar a la conjetura de que los objetos menos densos que el agua flotarán, y los objetos más densos que el agua se hundirán. Para

comprender esto, se tiene que recordar que la densidad es una relación entre la masa y el volumen de un cuerpo (cuántos kg de masa se tienen por m^3 de espacio).

Debido a esto, si el Titanic presenta una vía de agua en el barco (entrada de agua), entonces comenzará a tener cada vez más masa en el mismo volumen, esto comenzará a provocar que el Titanic incremente su densidad y empiece a hundirse, por lo que si esta entrada de agua continúa se llegará al grado de que este sea capturado por el líquido y hundido hasta las profundidades del océano. Esto explica de igual manera la razón por la cual un submarino puede hundirse y flotar a voluntad propia.

Figura 5. Principio de Arquímedes para un transatlántico



Fuente: elaboración propia.

Conforme a lo descrito, estos cuatro experimentos pueden expresar de una manera práctica el significado del concepto de fuerza puesto que son actividades relativamente sencillas de elaborar, además de que son contextualizadas para cualquier persona, aunque en el caso del barco, este mismo experimento se puede reproducir al utilizar

una pelota o un globo inflado con aire para sumergirlos bajo el agua, como es que lo propone el programa de “Aprende en casa”.

Estos cuatro experimentos pueden ser replicados dentro del aula y asimismo son adecuados por su naturaleza para ser explicados (sin profundizar en fórmulas) a niñas y niños de educación básica con el fin de que interioricen el concepto, además de que se comprenda cómo actúa este fenómeno en diferentes situaciones.

Una vez este paso sea completado, se requerirá utilizar herramientas tecnológicas con el fin de explicar actividades (iguales o similares) en dónde el alumnado podrá presenciar que lo aprendido de forma empírica puede exponerse de forma virtual en una simulación (y las cuales podrán ser sometidas a variaciones sin complicaciones), ya que muchas situaciones de la vida diaria pueden ser exteriorizadas en estos recursos. Lo que introduce la aparición del siguiente apartado de este capítulo.

2.2 Recursos Educativos y Materiales Didácticos

En la actualidad, la comunidad docente deja de fungir el rol de protagonista en la enseñanza y el aprendizaje para que sean las y los estudiantes quienes asuman este papel. Debido a esto, las y los docentes deben comenzar a actuar como “guías y mediadores” en la construcción de conocimiento y la promoción del razonamiento, y con ello generar una búsqueda en la utilización, el desarrollo y la mejora de los procesos mencionados.

Se reconocen entre algunos materiales a los recursos educativos, que al deconstruir este concepto se puede entender al recurso como un medio o instrumento que debe cumplir con facilitar la adopción del conocimiento al propiciar un escenario

adecuado para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje, en donde se considera el contexto social, económico, educativo y cultural.

De similar manera, Macedo, Montemayor, Limón, Hinojosa & Huerta (2016) plantean a los recursos educativos como una colección de materiales elaborados con fines pedagógicos que buscan desarrollar una competencia o lograr un objetivo de aprendizaje. Entre las características los consideran autocontenidos, reutilizables e interoperables.

Algunos de los propósitos de usar recursos educativos en la enseñanza es propiciar el aprendizaje autónomo, debido a que el uso de estos, facilita la comprensión de conceptos que van de menor a mayor complejidad. Permiten realizar un trabajo más eficiente, ya que estos suponen una experiencia enriquecedora, barata, accesible y con flexibilidad temporal. Asimismo, permite explorar y propiciar un comportamiento selectivo respecto al contenido y la información (Macedo *et al.*, 2016).

Estos recursos pueden ser: textos, audios, simulaciones, multimedia, imágenes, videos, entre otros, y se pueden localizar tanto en repositorios digitales como en instrumentos físicos. Respecto a la construcción de los recursos educativos, Morales (2012) relaciona a estos con un concepto denominado material didáctico, en donde se señala que son medios que participan en la intervención y facilitación de procesos educativos. Se establece que pueden ser materiales físicos y también virtuales, los cuales logran ser manipulados de una manera sencilla por la o el docente, además de que se adaptan a las necesidades del estudiantado y de las circunstancias contextuales.

Moya (2010) propone una clasificación de recursos didácticos, entre estos se encuentran: textos impresos, material audiovisual, tableros didácticos y medios

informáticos. En cuanto a textos impresos, se expone que estos pueden ser desde manuales, libros, cuadernos, revistas, entre otros. Para material audiovisual, refiere a aquellos instrumentos que reproduzcan una secuencia de imágenes en acompañamiento a un sonido.

Respecto a los medios informáticos, se establece que estos buscan satisfacer un aprendizaje encaminado a la autonomía, diseñados con el objetivo de promover la interacción con la o el usuario y se resaltan aquellos como los softwares educativos, los medios interactivos, las páginas web, entre otros recursos.

Por otro lado, el utilizar materiales didácticos en el proceso de enseñanza-aprendizaje presenta una gran variedad de ventajas (Morales, 2012), y es que, principalmente estos se enfocan en proporcionar información relevante y enriquecedora para cualquier persona (especialmente aquella que se encuentre en un ambiente educativo) con el propósito de exponer información que sea fácil de comprender.

Asimismo, estos materiales buscan ser objetivos con la información que comparten a la o el usuario, esto debido a que es necesario centrarse en el contenido que se desea estudiar para no desviar la atención y comprender sino en su totalidad, la mayoría de información respecto al tema.

Pretenden enseñar con la utilización de imágenes u objetos, ya que de esta forma el estudiantado puede relacionar visualmente aquello que aprende sin necesidad de haber sido protagonista de la presencia o de la experiencia, lo que resulta en una contextualización para las y los estudiantes, como también para las y los docentes.

Los recursos buscan hacer práctica la comunicación entre el profesorado y el alumnado, lo que resulta directamente en la motivación. Debido a su naturaleza

provoca que estos se adapten a necesidades que presentan las y los estudiantes, lo cual busca generar un aprendizaje significativo⁷ que se adecúe a las experiencias y preconcepciones aprendidas a lo largo de su trayectoria académica, así como de su vida.

No obstante, si se aplican recursos educativos o materiales didácticos para la enseñanza-aprendizaje significativo, se deben elegir sin dejar de lado las capacidades, necesidades, posibilidades y accesos del estudiantado. Es necesario contextualizar también la utilización de estos recursos de acuerdo a la medida de las posibilidades, y para ello es necesario indagar en las prestaciones que se presentan para proponer la opción más adecuada.

2.3 Recursos Educativos Digitales (RED), Recursos Educativos Abiertos (REA) y Recursos Educativos Digitales Abiertos (REDA)

Los Recursos Educativos Digitales (RED) se entienden como cualquier tipo de material o herramienta digitalizada, que se puede almacenar en dispositivos electrónicos. Dicha herramienta digital se le da una naturaleza de tipo educativa (Zúñiga, Rosas & Viano, 2023).

Estos se diseñaron con el propósito de informar y apoyar en la adquisición de conocimiento, así como de habilidades para reforzar un aprendizaje e incluso para asistir en los procesos de evaluación de conocimientos. El aspecto clave que los caracteriza es que son materiales multimediales, interactivos y dinámicos.

⁷ Aprendizaje a partir de la relación entre ideas previas y nuevos conocimientos (Díaz & Hernández, 2004).

Debido a su naturaleza y sus características, estos recursos pueden ser utilizados en cualquier momento y ubicación, siempre y cuando se cuente con las herramientas necesarias para reproducir la información requerida a analizar, lo cual da la oportunidad a las o los usuarios de que puedan releer e incluso de ejecutar la actividad cuantas veces lo requieran, sin implicar restricción de ningún tipo.

Una de las diferencias más claras entre este tipo de recursos y los tradicionales (pizarrón, cartel, libro de texto, cuadernillo), es que brindan la posibilidad de que las y los lectores puedan navegar de manera libre y considerar el tiempo que deseen emplear con la finalidad de que se aprenda al ritmo de la o el usuario.

Como señalan Castillo & Jiménez (2019), el estudiantado debe construir su propio aprendizaje sin necesidad de recurrir a la dependencia única de las y los educadores, en este sentido, las tecnologías cumplen un papel esencial, ya que con ellas las y los estudiantes son participantes activos a su propio ritmo.

La y el autor al momento de analizar diversas teorías de aprendizaje (computacional, pedagogía de la información, de la acción comunicativa, del conocimiento situado y el modelo convencional colaborativo) pudieron identificar que todas estas son derivaciones de la teoría constructivista de Piaget⁸ y que, al valerse de la filosofía de esta teoría, las tecnologías son herramientas adecuadas para emprender el proceso de enseñanza-aprendizaje en la actualidad.

Lo anterior es justificado debido a que, de acuerdo con la teoría constructivista, el estudiantado es autor, protagonista y constructor de su aprendizaje, este puede ser autónomo o puede trabajar en colaboración, y las tecnologías son instrumentos que

⁸ El conocimiento proviene de una construcción que cada individuo forma a partir de información de la que ya se ha apropiado y de su interacción con el entorno.

proveen de una gran cantidad de facilidades para llevar a cabo esta labor. Esta investigación concluye que, con el uso de las tecnologías (como herramientas para el aprendizaje efectivo) se permitirán desarrollar actividades constructivistas e innovadoras.

Existen diversas ventajas del uso de RED, pero las más evidentes son: estimular y motivar a la comunidad estudiantil a crear un hábito de la lectura al facilitarle los medios y proporcionar una diversidad de servicios multimedia para acoplarse a la manera de trabajar de la lectora o el lector. Otra bondad de este tipo de recursos es que, temas que pueden ser complicados de visualizar o que pueden ser complejos de comprender, se logran representar mediante modelaciones a través de simulaciones o incluso laboratorios virtuales (Zúñiga, Rosas & Viano, 2023).

Es interesante resaltar que no todos los recursos educativos digitales comparten el mismo fin, si bien cada uno de ellos tiene el objetivo de apoyar en el proceso de enseñanza-aprendizaje, la elección depende enteramente de la meta y del estilo de aprendizaje, ya que cada recurso cuenta con su singularidad y su propósito. Tal es el caso de los simuladores que permiten aprender y enseñar a través de la experiencia sin arriesgarse a generar gastos significativos para poder elaborar de manera efectiva cualquier actividad (Red de Educación Continua de Latinoamérica, 2021).

Como desventajas del uso de estos recursos, se encuentra principalmente que no toda persona tiene la posibilidad de contar con el equipo adecuado para reproducir actividades que requieran de los RED. Las tecnologías y los dispositivos electrónicos no son de fácil acceso para todas las personas, y es que hoy día para poder tener entrada a varios programas, se debe contar con materiales que sean compatibles con el tipo de recurso que se emplea (Montecé, Suárez, Vega & Loor, 2023).

A pesar de que las tecnologías en nuestros días son imprescindibles para realizar cualquier actividad educativa y/o de investigación, no se puede dejar de lado que cuando no son utilizadas de manera adecuada y responsable, es posible que la o el usuario comience a presentar una predisposición a sufrir un cierto tipo de “adicción” (Montecé, Suárez, Vega & Loor, 2023).

Utilizar las tecnologías con mucha frecuencia provoca una baja en el esfuerzo y práctica de la escritura. Se les dedica más tiempo a las nuevas tecnologías que a indagar en otras fuentes, esto incita el comenzar a desviar su atención del objetivo principal y así perder más tiempo del que se tenía previsto para realizar la actividad.

Otra desventaja es que induce al aislamiento de la o el usuario, esto es debido a que el uso de los dispositivos electrónicos genera la adicción mencionada anteriormente, por lo que las habilidades comunicativas y de socialización se pueden llegar a perder, lo que afecta directamente al desarrollo social y mental (Montecé, Suárez, Vega & Loor, 2023).

Un obstáculo más, es que existe una brecha y un analfabetismo digital. Las oportunidades dependen del nivel socio-económico de cada individuo, a causa de esto las situaciones son desiguales para todas y todos. Aunque cada día la humanidad está más conectada, existen sectores que desconocen de las nuevas tecnologías, así como de su uso, lo que implica que una gran variedad de recursos no pueda ser utilizada para el desarrollo social, cultural, económico y no menos importante, el educativo.

Para integrar a los RED de manera efectiva se propone que inicialmente se analicen los objetivos de aprendizaje con el motivo de poder considerar el que mejor se adapte a las metas señaladas, posteriormente se debe impulsar a las personas a crear una alfabetización digital con la consigna de que cualquier material digital a tratar, pueda

ser operado con precisión y facilidad (Red de Educación Continua de Latinoamérica, 2021).

Por otra parte, se tienen los Recursos Educativos Abiertos (REA o en inglés Open Educational Resources (OER's)) estos son materiales diseñados con objetivos pedagógicos y pueden ser utilizados por cualquier beneficiaria o beneficiario que tenga acceso a ellos, en virtud de que disponen de licencia abierta (están abiertos al público), sin embargo, no implica que pertenezcan al dominio público. Su manejo es sin cargo monetario, pueden ser reutilizados tantas veces como sea necesario y su distribución no puede verse limitada (UNESCO, 2019).

Es imprescindible señalar que con estas herramientas se busca fortalecer el acceso universal a la información, y a pesar de que estos presenten licencia abierta ante el público, los derechos de propiedad intelectual de la autora o el autor se mantienen evidenciados y se respeta así la labor del propietario. Un evidente beneficio de aplicar estos recursos es que cuentan con permisos abiertos para que puedan ser adaptados ante cualquier contexto, lo anterior sin necesidad de solicitar un permiso al titular del recurso.

Dichos recursos educativos pueden ser: mapas curriculares, libros, streaming de videos, aplicaciones multimedia para cualquier dispositivo electrónico, podcasts, simulaciones, experimentos, programas de estudios y en general cualquier material que haya sido diseñado con el fin de enseñar y aprender (UNESCO, 2015; Wiley, 2006). Su origen se basa en la premisa de que se desea apoyar a la transformación educativa con la idea de emplear el aprendizaje basado en recursos y presentarse en dos dimensiones: la pedagógica y la digital.

En cuestión de aquellos marcos legales involucrados dentro de los recursos educativos se encuentra el más conocido, “Creative Commons” (CC) el cual promueve que se le reconozca a la autoría y permite que el recurso pueda ser compartido sin que su creador pierda titularidad al ceder algunos accesos o derechos (UNESCO, 2015).

Como licencias CC se encuentran las siguientes mostradas en la Tabla 4:

Tabla 4. Licencias CC

Licencia	Descripción
CC BY	Permite el uso comercial, la redistribución, adaptación e incluso remezclar y desarrollar el material en cualquier medio o formato, siempre y cuando se le atribuya el reconocimiento al creador o creadora. El elemento BY da los créditos al creador.
CC BY-SA	Comparte los beneficios de la licencia CC BY, no obstante, si se realiza cualquiera de las acciones de CC BY, es necesario licenciar el material modificado. El elemento BY da créditos al creador y el elemento SA indica las adaptaciones que deben ser compartidas bajo los términos adecuados.
CC BY-NC	Presenta los mismos beneficios que la licencia CC BY, sin embargo, la única diferencia es que los fines son no comerciales. El elemento NC señala que solamente los usos no comerciales son permitidos.
CC BY-NC-SA	Une las características de las licencias CC BY-SA y CC BY-NC.
CC BY-ND:	La copia y la distribución del material en cualquier medio o formato (en forma no adaptada) es válida, siempre que se reconozca al autor o autora. Permite el uso comercial. El elemento ND indica que no son permitidos los derivados ni las adaptaciones del material.
CC BY-NC-ND	Muestra los mismos beneficios que la licencia CC BY-ND con el elemento especial de que solamente los usos no comerciales del material son permitidos.

Fuente: elaboración propia, a partir de Creative Commons, 2019.

Al explorar acerca de la licencia CC, es necesario comunicar que concede permisos y derechos a la o el usuario para que utilice dichas herramientas educativas que se encuentran bajo esta licencia, con base en un marco conocido como el de las 4R. Este

marco se define por: el uso público de una copia de la herramienta (reutilizar), derecho a la edición para adaptar al contexto (revisar), derecho a agregar un material a otro para la creación de uno nuevo (remezclar), y derecho a distribuir el material aun cuando este ha sido modificado y se le han adjuntado otros materiales (redistribuir) (CEDEC, 2020).

Antes de continuar, es preciso señalar que existe una diferencia entre REA y publicaciones de acceso abierto, y es que si bien, estos conceptos están relacionados, son distintos. El acceso abierto se puede entender como el acceso a cualquier información y al uso sin restricciones de los recursos, por lo que la publicación de acceso abierto se refiere a algún proyecto (no necesariamente material educativo que puede ser utilizado para la enseñanza) que se encuentra bajo la licencia abierta (UNESCO, 2015).

Respecto al tema del uso de REA en distintos niveles educativos, Ramírez, Celi & Lligüin (2022) plantean una investigación de diseño no experimental enfocada en una revisión bibliográfica, en esta investigación se muestra el análisis efectuado para localizar publicaciones centradas en el uso de REA en el proceso de enseñanza-aprendizaje en niveles como educación básica, media y superior. En la investigación se señala que los recursos representan un enorme potencial para el proceso de enseñanza-aprendizaje, los cuales se centran en la calidad, la inclusión y la equidad.

Ramírez, Celi & Lligüin (2022) localizaron proyectos donde se aplicaron los recursos en temas de matemáticas, historia, inglés, biología, psicología, entre otros. Se reconoce que los proyectos en su mayoría fueron realizados en educación básica y pocos de ellos en educación media, con lo previamente mencionado, se puede indicar que la aplicabilidad de los REA en educación básica no es ajena a la realidad

de hoy en día, y que de hecho puede ser usada en las ciencias exactas para la explicación de temas o conceptos que pueden llegar a ser abstractos o complicados.

Con el objeto de finalizar la presente sección de la investigación, es adecuado mencionar que existe otro tipo de recurso educativo, el cual es conocido como recurso educativo digital abierto (REDA), estos son materiales educativos digitales con la característica especial de que cuentan con licenciamiento por CC (Zúñiga, Rosas & Viano, 2023).

En cuanto al uso de simuladores (como recurso educativo digital abierto), estos se presentan como una gran apuesta para poder visualizar situaciones del mundo real y generar una motivación en la investigación y comprensión de las ciencias. Dentro de las temáticas científicas es muy común encontrar conceptos o temas que suelen suponer ciertas complicaciones para su comprensión ya que poseen aspectos o características que los vuelven difíciles de visualizar o de manipular, por lo que los REDA son indispensables para coadyuvar en su interpretación.

Cada REDA tiene una finalidad que depende del uso que se le quiera dar, el tema que se quiera exteriorizar y la situación en la que se aplique. Es por lo anterior que la temática debe ser tratada previamente con la finalidad de indagar en los aspectos que el REDA deberá ostentar para propiciar un desarrollo en la enseñanza-aprendizaje efectivo.

Uno de los temas que puede clasificarse dentro del espectro de tópicos que se perciben como abstractos, es el concepto de fuerza. Pero para poder explicar cómo es que el REDA PhET es posible que beneficie a la enseñanza de dicho concepto, se expondrán las razones por las cuales resultó en la selección de este simulador y no de otro recurso.

2.3.1 ¿Por qué PhET para la explicación del concepto de fuerza?

En la búsqueda de recursos educativos utilizados para la explicación del concepto de fuerza, se pudo obtener una gran cantidad de material, no obstante, no todo aquel revisado se consideró adecuado para satisfacer los requisitos que se tienen que respetar para la elaboración de este proyecto. Y es que como si de una compilación se tratara, en la página de internet del Gobierno de Canarias (Gobierno de Canarias, s.f) se muestra una variedad de recursos educativos enfocados en la materia de Física.

Al realizar una búsqueda sistemática y puntal por internet acerca de algunos simuladores enfocados en la Física, es posible que se presente un repertorio amplio de estos, sin embargo, para poder explicar el porqué de la elección del simulador PhET para ser utilizado durante esta investigación, se centró la atención en los 4 simuladores siguientes:

- 1) PhET
- 2) SimuFísica
- 3) Walter Fendt
- 4) Vascak Physics Animations

Esto con el fin de presentar mediante una tabla comparativa, algunos de los criterios y bondades que cada simulador presenta y justificar mediante esta, así como una próxima descripción más detallada, la elección de este recurso digital. Es por ello que la Tabla 5 expone algunos puntos importantes de cada uno de los simuladores señalados anteriormente.

Tabla 5. Comparativa de simuladores educativos para la enseñanza de la Física

Criterio	SIMULADORES			
	PhET	Simufísica	Walter Fendt	Vascak
Interactividad/ manipulación	Muy alta. Permite modificar variables y explorar libremente.	Alta. Simulaciones dinámicas.	Media-alta. Interacción simple.	Media-baja. Interacción complicada.
Accesibilidad/ modalidad	En línea y con opción de descarga.	En línea y con opción de descarga.	En línea. No se requiere instalar.	En línea.
Idioma/ traducciones	Múltiples, incluido español.	Español como idioma principal.	Múltiples, incluido español.	Múltiples, incluido español.
Cobertura temática	Física, Química, Matemáticas, Ciencias de la Tierra.	Física: mecánica, óptica, ondas, cuántica, etc.	Física: mecánica, óptica, ondas, cuántica, etc.	Física: mecánica, óptica, ondas, atómica, etc.
Recursos adicionales	Guías, actividades, material para docente y estudiante.	Enlaces de apoyo (bibliografía).	Limitado a la simulación.	Limitado a la simulación.
Compatibilidad	Windows, Mac, Linux, dispositivos móviles.	Navegador actualizado y versión móvil disponible.	Navegador HTML5.	Cualquier navegador.
Facilidad de uso	Intuitivo. Interfaz atractiva.	Interfaz centrada en estudiantes de educación media.	Interfaz poco atractiva.	Interfaz poco atractiva.
Nivel educativo al que está orientado	Primaria- Universidad.	Secundaria y bachillerato.	Secundaria y bachillerato.	Primaria y Secundaria con apoyo docente.
Grado de intuición/comp rensión previa necesaria	Se puede explorar sin conocimiento s previos.	Algunas simulaciones requieren guía.	Requiere base conceptual.	Requiere base conceptual.

Fuente: elaboración propia, a partir de PhET, 2002; SimuFísica, 2002; Walter Fendt, 2023 & Vascak, s.f.

A pesar de la considerable cantidad de recursos (desde páginas web que presentan videos, textos, aplicaciones y simuladores), el único recurso detectado que propone herramientas aplicables para esta investigación, es el simulador PhET. Los demás recursos requieren de suscripciones, parecen ser obsoletos o solicitan versiones específicas, así como de programas específicos para poder ser ejecutados.

Esto puede ser constatado con las simulaciones presentadas en la Tabla 5, las cuales, aunque presentan bondades que pueden ser útiles para este proyecto, presentan una limitante, y es que no todas las simulaciones están orientadas al nivel educativo de primaria, por lo que sus proyecciones pueden ser complicadas de manejar y se requiere un conocimiento previo en el manejo de estas y en el concepto a tratar, situación que el simulador PhET no presenta ya que este es muy intuitivo.

El proyecto de simulaciones interactivas PhET de la Universidad de Colorado en Boulder, propone una gran variedad de simulaciones gratuitas de matemáticas y ciencias. El propósito de estas simulaciones es que las y los estudiantes aprendan mediante la exploración y el descubrimiento, con apoyo de situaciones reales ubicadas en un formato virtual para vivir una experiencia intuitiva y que tiene similitud a un juego (PhET, 2002).

En su página web oficial⁹, se presentan recursos para la comunidad estudiantil, así como para la comunidad docente, más de 100 simulaciones interactivas en temas de Física, Matemáticas y Estadística, Química, Tierra y Espacio, además de Biología. De las ventajas de este proyecto más rescatables, son que, en cuestión de conectividad, es posible acceder a los recursos en línea o sin conexión, lo que permite que, en

⁹ <https://phet.colorado.edu/es/>

localidades, que carecen de una buena conectividad a internet puedan disfrutar de este beneficio.

Otra ventaja es que se permite por parte del proyecto, usar las simulaciones de forma gratuita por cualquier persona que requiera aprender o enseñar, sin necesidad de la solicitud de permisos. Esta descripción lo categoriza como un REA, y su naturaleza digital lo cataloga como un REDA (todos los recursos son abiertos y se encuentran bajo la licencia Creative Commons Attribution 4.0).

Figura 6. Homepage de PhET



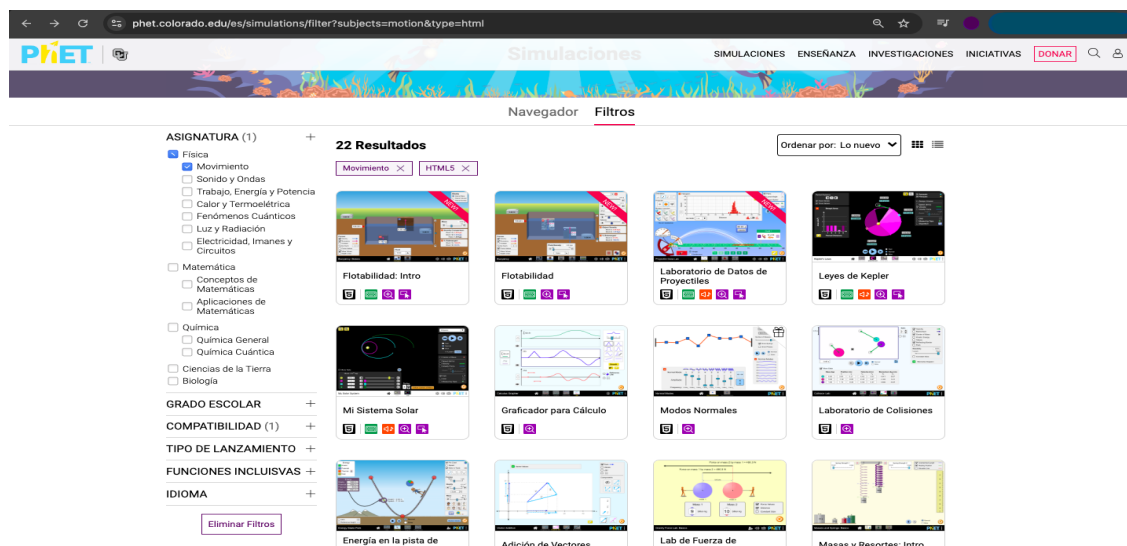
Fuente: elaboración a partir PhET, 2002.

Su uso es muy simple y cómodo, en su menú principal (Figura 6) se muestran varias secciones tales como “simulaciones”, “enseñanza”, “investigaciones”, “iniciativas” y un buscador propio. Asimismo, apartados de las materias de las cuales se tienen materiales educativos.

Al acceder al apartado de simulaciones, este es muy amigable y muy claro en las secciones que quiere mostrar, ya que, establece categorías tales como: asignatura, grado escolar (contiene recursos para educación primaria, media, bachillerato e

incluso universidad), compatibilidad, tipo de lanzamiento y funciones inclusivas (Figura 7).

Figura 7. Simulaciones en PhET



Fuente: elaboración a partir de PhET, 2002.

En la búsqueda de simulaciones que son afines a los experimentos tratados en la sección anterior, se logran encontrar las intituladas: “Fuerzas y movimiento: intro”, “Imán y brújula” y “Densidad”. En estas simulaciones se pueden recrear aquellas actividades que se efectúen de forma experimental, pero con la característica particular de que las y los estudiantes podrán variar las condiciones iniciales del experimento, esto con el propósito de que todo lo aprendido sea visualizado con otros parámetros al variar a estos mismos.

Para poder acceder a ellas, únicamente es necesario dar clic en la miniatura que se presenta, se mostrará una descripción detallada de la simulación donde se señalan los temas que se tratarán, los objetivos de aprendizaje, así como los requisitos del sistema, generalmente estas simulaciones pueden ejecutarse en iPads, Chromebooks, PC, Mac y sistemas Linux. Por último, solo se deberá dar clic en la

imagen que presenta el símbolo de reproducción y comenzar a alterar las variables que se presentan en escena.

En la simulación de “Fuerzas y movimiento: intro” (Figura 8), se presentan casos que exponen la fuerza neta, el movimiento, la fricción y la aceleración, con actividades donde, por ejemplo, en el primer caso participan un grupo de personas que tiran de una cuerda y al variar los parámetros provocar que un equipo en específico gane, o que ambos obtengan el mismo resultado.

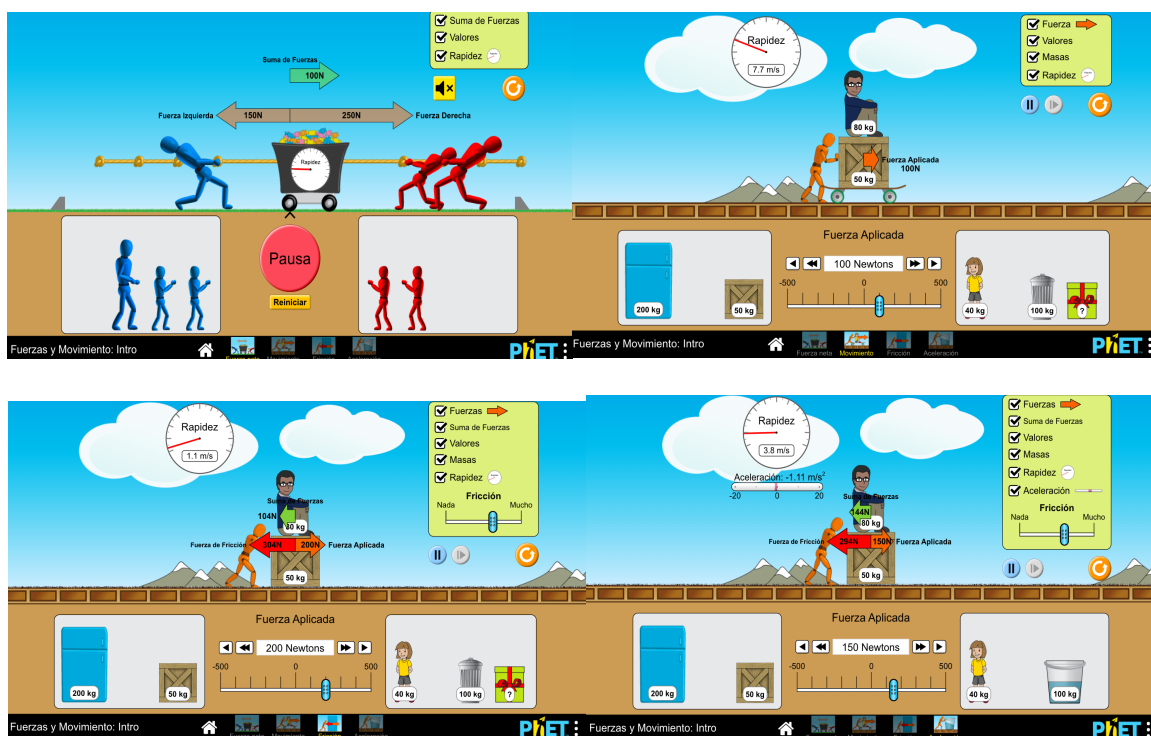
Todo estará condicionado por la cantidad de sujetos que participen ya que el resultado depende de la fuerza neta resultante. En este escenario se permite observar los valores de la suma de fuerzas, las fuerza que puede aplicar cada individuo y la rapidez con la que se desplazan (si es el caso) una vez la fuerza de uno de los lados es mayor que la otra.

En el segundo caso de la simulación se expone la situación de un individuo que empuja objetos de diferente masa que se encuentran sobre una patineta y de igual manera, se permite observar los valores (como la rapidez con la que se avanza al aplicar una fuerza determinada) que se adquieren al variar los objetos. Situación que resulta interesante de contrastar con el del siguiente caso que sitúa a la fricción como el fenómeno principal, en donde similar a la simulación de movimiento, un individuo debe empujar objetos, pero con la particularidad de que estos se encuentran ahora en contacto directo con la superficie del suelo.

En este escenario, se nota una clara dificultad, así como un mayor esfuerzo que hace el protagonista por modificar la posición de un cuerpo. El último caso que presenta esta simulación muestra un esquema similar al anterior, aunque en esta propuesta se adjunta una variable que es la aceleración, de la cual se puede obtener

un valor real que depende directamente de los valores de la masa del objeto, de la fuerza aplicada sobre él y de la fricción resultante del contacto entre el sistema a modificar y el suelo.

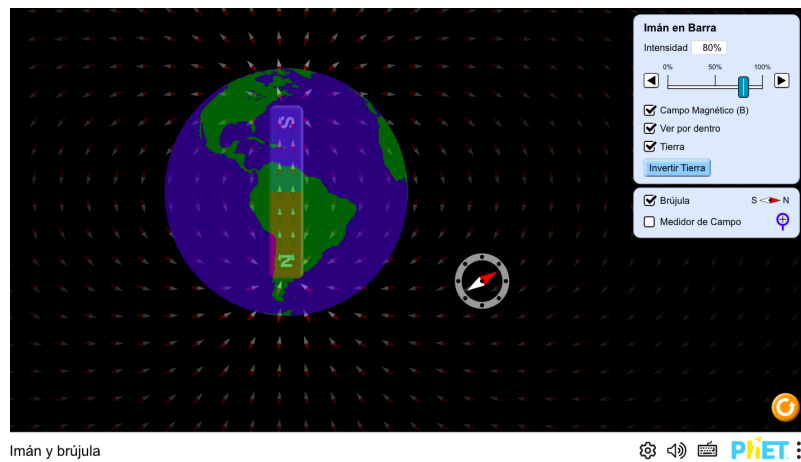
Figura 8. Fuerza y movimiento: intro, simulación de PhET



Fuente: elaboración a partir de PhET, 2002.

Respecto a la simulación de “Imán y brújula” (Figura 9), se presenta un recurso visto desde dos perspectivas diferentes pero que representan lo mismo. Un imán el cual exhibe a su alrededor las líneas de campo, que salen o que entran (lo cual depende del polo del que se hable) y de igual forma, la Tierra se puede catalogar como un imán ya que cuenta con dos polos magnéticos, por lo tanto, la siguiente simulación muestra a la Tierra como un imán que de la misma manera expone las líneas de campo magnético entrantes y salientes.

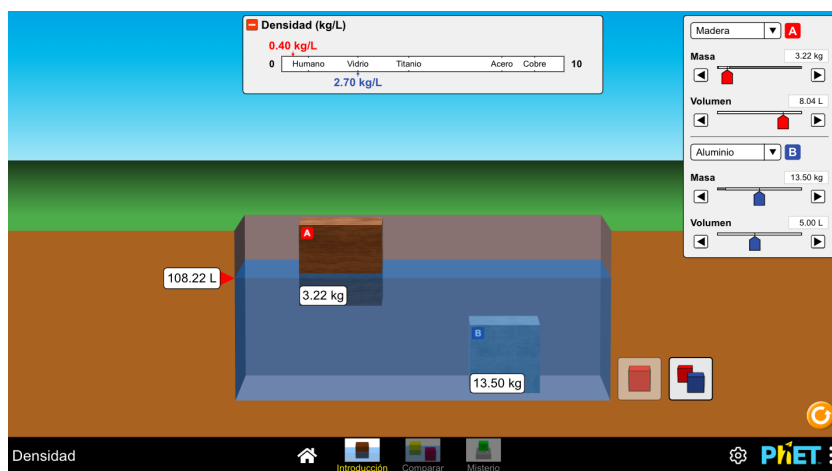
Figura 9. Imán y brújula, simulación de PhET



Fuente: elaboración a partir de PhET, 2002.

Para la simulación “Densidad” (Figura 10), en el recurso “introducción” se propone el uso de bloques de distintos materiales como: unicel, madera, hielo, ladrillo, aluminio y uno cuyas propiedades pueden ser modificadas para comparar con los otros bloques. En esta herramienta, se puede observar si un objeto se hunde o flota, dependiendo de sus características. Igualmente se pueden comparar otros bloques al modificar las características de los mismos.

Figura 10. Densidad, simulación de PhET



Fuente: elaboración a partir de PhET, 2002.

En otra herramienta de la misma simulación se pretende que, con los conocimientos adquiridos se pueda determinar con ayuda de una tabla de densidades, una báscula y el volumen de líquido desplazado, de qué material está hecho el bloque que se sumerge en el agua, así se puede tener una idea más amplia de qué material es más o menos denso que el agua y con esto poder predecir qué material se hundirá o cuál flotará.

El simulador PhET presenta otros recursos además de las simulaciones como algunas guías para la comunidad docente, con el propósito de que la información sea apropiada por las y los instructores de la manera más adecuada posible para ser presentada posteriormente a las y los aprendices, con el objetivo de que se esclarezcan dudas y se proporcione conocimiento, en lugar de generar un aumento de dudas.

Todo lo expuesto en este capítulo proporciona los fundamentos necesarios y suficientes para poder utilizar recursos educativos dentro del aula en educación primaria. Es necesaria la utilización de actividades experimentales y de simulaciones para la enseñanza de un concepto científico en particular, y es de suma importancia que las personas a edades tempranas puedan identificar el significado de este, con el fin de que presenten una concepción adecuada y en un futuro puedan relacionar conceptos y resolver problemas que guarden relación con este fenómeno.

A continuación, en el siguiente capítulo se efectuará la intervención en donde se expondrá el uso exposiciones y actividades experimentales en conjunto con la simulación, con el fin de que estudiantes de tercer grado de la escuela primaria Miguel Hidalgo en Hacienda Nueva, Zacatecas, puedan construir una idea del concepto de fuerza y de su importancia y presencia en la vida.

CAPÍTULO III

INTERVENCIÓN DIDÁCTICA EN LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE FUERZA EN TERCER GRADO DE PRIMARIA

La presente sección atiende al objetivo de describir el proceso en el aprendizaje del concepto de fuerza al implementar actividades experimentales y el simulador PhET, especificado en el apartado de introducción. Presenta los resultados obtenidos a partir de una intervención educativa aplicada a un grupo de tercer grado de la Escuela Primaria Miguel Hidalgo, en el Municipio de Morelos, en la localidad de Hacienda Nueva en el Estado de Zacatecas.

La investigación siguió una metodología cualitativa con un enfoque descriptivo, basada en el modelo pedagógico constructivista como sustento teórico. La intervención educativa se organizó a través de un diseño pretest – posttest aplicado al ya mencionado tercer grado.

Lo anterior se desarrolló con el objetivo de analizar cómo la intervención, basada en las actividades experimentales y el refuerzo del simulador PhET influyen en la comprensión del concepto de fuerza en el alumnado referido. Para facilitar la interpretación de los resultados y hacer la descripción de los mismos más accesibles se incluyeron algunos elementos numéricos y visuales.

Se describe, además, el contexto en el cual se trabajó, debido a algunas características particulares que presenta la respectiva institución, así como la población y muestra que fue parte crucial para la recolección de datos. Además, se detalla la prueba que se consideró como el instrumento a aplicar, de igual modo se da

una revisión al diario de campo obtenido a partir de la intervención y las vicisitudes a las que tanto la planeación como la intervención se vieron expuestas.

En relación con lo anterior, es importante mencionar que el diario de campo es una herramienta utilizada durante la intervención para realizar anotaciones detalladas de los aprendizajes obtenidos en la práctica. Su propósito es así registrar de manera explícita y reflexiva las observaciones, mismo que sirve para ejecutar un análisis crítico y elaboración de conclusiones sobre la intervención (Calero & Conti, 2009).

Para llevar a cabo lo anterior, se establecieron propósitos, se eligieron recursos y se adoptaron estrategias de aprendizaje; posteriormente se localizó una prueba adecuada para lograr el objetivo general de la investigación, consecuentemente se planteó la intervención, se realizó el pretest, se aplicó la intervención y finalmente se llevó a cabo el postest a las y los estudiantes participantes.

Referente al grupo participante, fue seleccionado por conveniencia¹⁰. La selección fue adjudicada por el director de la institución, quien, al identificar la limitada comprensión de conceptos científicos en dicho grupo y con el interés de enriquecer el proceso educativo, decidió asignarlo para la aplicación de la respectiva intervención, al considerar además la disponibilidad de tiempo para la aplicación de la misma, así como la disposición para participar en el proceso.

La aplicación del instrumento de evaluación, tanto antes (pretest) como después (postest) de la intervención, fue realizada con el propósito de identificar los posibles

¹⁰ También es conocido como muestreo por disponibilidad. Se caracteriza por ser una selección no aleatoria, enfocada en dar prioridad a la población en función de su disponibilidad y de fácil acceso para la o el investigador (Atlas.ti., s.f).

cambios conceptuales de cada miembro del grupo, así como el desarrollo general de sus respuestas y el proceso seguido en la práctica.

Esta investigación fue desarrollada bajo un modelo didáctico que brindó las directrices para su diseño y aplicación. Se trata del *modelo instruccional ADDIE* (el cual se abordará a continuación con más detalle), utilizado específicamente para el diseño, desarrollo e implementación de la intervención, con el fin de guiar de manera sistemática el proceso de enseñanza-aprendizaje. Este enfoque no refleja necesariamente las prácticas educativas cotidianas de la institución, sino que su incorporación fue debida a su valor como estructura metodológica pertinente para la presente investigación.

Como se ha señalado anteriormente, la intervención se llevó a cabo con base en el modelo instruccional ADDIE, el cual comprende cinco fases: Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación, Evaluación. Este enfoque metodológico se adoptó al seguir una estructura similar a la propuesta por Sifuentes & Gómez (2024).

Durante la fase de “Análisis”, tras la aplicación del pretest, se identificaron a través de observaciones iniciales las necesidades del grupo. En la fase de “Diseño” se planificaron las sesiones además de incorporar las actividades experimentales y la simulación adecuadas para el nivel del estudiantado. En el “Desarrollo” se seleccionaron y probaron los materiales necesarios para la intervención. La “Implementación” consistió en la aplicación de las actividades experimentales apoyadas del uso del simulador PhET. Finalmente, en la “Evaluación” se aplicó el pretest y posttest (que fue la misma prueba) para identificar cambios (si es que los hubo) en la comprensión del concepto de fuerza.

Como dato imprescindible para el contexto general de este capítulo 3, conviene aclarar que no existe un vínculo laboral con la institución educativa en la que se llevó a cabo la intervención. La participación en el centro escolar se realizó previa autorización formal, y la asignación del grupo participante fue realizada directamente por la propia institución.

Lo anterior es en respuesta a un interés genuino por parte del personal docente y directivo en explorar nuevas alternativas pedagógicas que favorezcan el aprendizaje significativo de contenidos científicos desde los primeros años de escolaridad. Se pudo atestiguar esta inquietud tras el análisis de las respuestas del pretest, donde se observó que en las contestaciones del estudiantado en su mayoría predominaban recursos epistemológicos y ejemplos, y no respuestas formales donde se utilizan recursos conceptuales de manera consciente.

Es importante remarcar que, con la intervención didáctica aplicada al grupo de tercer grado de primaria, mediante una secuencia didáctica de 5 sesiones sostenidas por el uso de actividades experimentales y el simulador PhET, se busca analizar los procesos de aprendizaje que emergen tras la aplicación de estas estrategias, con el fin de comprender cómo pueden favorecer la construcción del concepto de fuerza.

A través de esta aproximación, se busca ofrecer un marco descriptivo que permita observar y analizar las características del aprendizaje en este contexto específico, sin pretender generalizar las conclusiones o generar comparaciones con otros enfoques metodológicos. Es en este sentido entonces, que los resultados obtenidos a partir de la intervención deben ser interpretados como un acercamiento exploratorio que brinda elementos clave para reflexionar sobre el impacto de metodologías activas en la enseñanza de conceptos científicos en educación básica.

Antes de concluir con esta introducción al capítulo 3, es necesario aclarar que referente al tema de “Efectos de la aplicación de fuerzas sobre los objetos”, se respetó lo mencionado en el capítulo 1 de esta investigación, en el apartado de los PDA, los cuales solicitan que, al describir los efectos de la aplicación de fuerzas sobre objetos, no se debe introducir la noción de la intensidad de la fuerza, es decir, no se debe hacer mención a la magnitud de este fenómeno.

3.1 Contexto del lugar y la población de estudio

En un contexto general, Hacienda Nueva, Morelos, es una de las localidades con mayor índice de población en el Estado de Zacatecas. Entre las actividades económicas de esta localidad se resaltan la ganadería, la minería y la agricultura. Es una comunidad que se encuentra aproximadamente a 15 km de distancia de la capital del Estado de Zacatecas.

En cuanto a la Escuela Primaria Miguel Hidalgo, es un instituto con Clave de Centro de Trabajo (CCT): 32DPR1249M. Es una sede educativa de turno matutino, ofrece sus servicios para estudiantes desde la fase 3 hasta la 5 (6-12 años de edad) y es una escuela que fomenta la equidad.

El número de matriculados del plantel es de aproximadamente 380 estudiantes. El estudiantado está distribuido en los seis grados, en los cuales el primero, segundo, tercero, cuarto y sexto grado; disponen de 3 grupos para cada uno, mientras que para el quinto grado solo se cuenta con dos grupos.

Sobre el colectivo docente, es un centro educativo donde predominan las mujeres al ser 15 de ellas y 2 docentes hombres. La unidad educativa cuenta con 17 aulas, las cuales presentan una distribución agrupada dependiente al grado académico, dichas

aulas muestran dimensiones moderadas e idóneas con una capacidad para aproximadamente 28 estudiantes.

Los grupos cuentan con una o un docente responsable durante el periodo escolar. Esto es requerido mencionarlo ya que, durante la intervención en el grupo (3ºB), la docente responsable fungió un papel esencial, debido a que apoyó para la realización de las actividades, el control del grupo y la selección de estudiantes para la fase de prueba.

Por otro lado, las aulas están equipadas de elementos estructurales básicos como puertas, ventanas, techo, piso de azulejo, y están habilitadas con pizarrones tradicionales y suministro eléctrico. La duración total de la jornada escolar para las y los estudiantes es de 5 horas, y disponen de 30 minutos de receso.

Dentro de algunas de las herramientas que sirven como apoyo en el aspecto pedagógico, la escuela está equipada con tres proyectores que son aprovechados para reproducir material audiovisual con fines educativos, los cuales están disponibles para su uso según el orden de solicitud.

También la institución tiene acceso a internet, pero únicamente está disponible este servicio para las y los educadores, lo que señala que es una prestación personalizada. Por esta razón, es muy poco común presenciar que se promueva la interacción con el uso de las tecnologías dentro del aula.

En lo que se refiere a las dimensiones del terreno de la unidad educativa, el espacio es amplio para que en él sea capaz de desarrollarse diversas tareas. Cuenta con un área donde se realizan eventos como los honores a la bandera, y con la capacidad suficiente para reunir al personal docente y al alumnado. Además de esta zona, existe

un área deportiva de pasto sintético utilizado para ejecutar acciones de la materia de educación física.

Con relación a la enseñanza del estudiantado, la escuela asigna una o un docente a cada grupo y durante el ciclo escolar, permanecen en el acompañamiento del mencionado grupo. Por ello, los Campos Formativos son instruidos por la misma o el mismo educador. Esto permite que exista una organización más significativa en la planeación de contenidos con el fin de llevar un mejor control de los temas discutidos, además de poder correlacionarlos.

La población a la que se dirigió esta investigación fue un grupo de tercer grado de primaria, bajo la supervisión de una docente titular. El grupo oficialmente previo a la intervención estaba conformado por 24 estudiantes, 13 niñas y 11 niños, cuyas edades oscilaban entre los 8 y 9 años.

En un panorama más amplio, el grupo estaba conformado por estudiantes con diversos niveles de desempeño académico, debido a sus limitaciones en escritura, lectura y aprendizaje, y de igual manera está conformado por estudiantes que se les reconoce como destacados académicamente. También es necesario mencionar que la cantidad de estudiantes durante el periodo en el que se trabajó fue variante en cada sesión.

El periodo en el que se trabajó con el grupo de tercero (del 21 al 28 de enero del 2025), coincidió con una temporada en la que se registraron bajas temperaturas en la región. A ello se le sumaron otros factores que justificaron la asistencia fluctuante de las y los discentes, tales como los motivos personales o familiares, las enfermedades e incluso los accidentes.

Estas determinantes provocaron que la planeación que se había sugerido fuese ligeramente modificada, y que las actividades propuestas como parte de la intervención se aplazarán, pero más importante, las muestras de este proyecto se vieron alteradas, es decir, a pesar de que se había contemplado trabajar con el grupo completo, esto no fue posible, por el hecho de la inconsistencia en la presencia.

Por tal motivo, la selección de la muestra fue por conveniencia y no probabilística¹¹. Como ya se mencionó anteriormente, la población inicial esperada para trabajar fue de 24 estudiantes, correspondiente a la cantidad total de inscripciones en este grupo y ciclo escolar.

No obstante, durante la aplicación de las evaluaciones y la intervención, la fluctuación en la asistencia fue significativa, así como en la participación debido a aspectos administrativos. En particular, se identificó que no se contaba con el consentimiento informado firmado por los tutores legales de cuatro estudiantes (requisito ético previamente descrito en el apartado de introducción de esta investigación) lo cual impidió su inclusión formal en el estudio.

En el pretest participaron 19 estudiantes y en el postest estuvieron presentes 18. Además, durante las sesiones de la intervención, la cantidad de estudiantes varió considerablemente debido a los factores externos tratados en los párrafos anteriores en los que se destacan los motivos personales.

Es por lo anterior que, para garantizar la validez, así como la coherencia en el análisis de resultados, se decidió considerar únicamente al estudiantado cuya participación fue constante y estable durante toda la aplicación de la intervención, así

¹¹ Es una muestra en donde la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino que son seleccionados con base en su accesibilidad y disponibilidad (Sampieri, Collado & Lucio, 2014).

como a aquellas y aquellos que completaron las evaluaciones y que contaban con la autorización firmada emitida por el consentimiento informado.

De esta manera, la muestra final quedó constituida por 13 estudiantes, seleccionadas y seleccionados mediante un muestreo por conveniencia, basado principalmente en la asistencia efectiva y la autorización firmada del consentimiento informado.

Esta decisión metodológica busca que los resultados reflejen mayor precisión acerca del impacto de la intervención, al evitar sesgos productos de ausencias, bajas administrativas o participación limitada. Por lo tanto, aunque la muestra está reducida significativamente en comparación con la población inicial, es imprescindible señalar que esta elección fortalece el análisis de los datos y la calidad de la investigación, ya que se ajusta a las condiciones reales a las que se vio sujeto el proyecto.

3.2 Instrumentos utilizados

En este apartado se detallan los dos instrumentos utilizados, que son el diario de campo obtenido a partir de las sesiones y las vivencias adquiridas durante las mismas, y la prueba/evaluación que se utiliza como pretest y posttest. Es importante detallar cada uno de los apartados, puesto que estos son clave para el análisis de los resultados obtenidos.

Antes de comenzar con las siguientes secciones que describen estos instrumentos, es necesario mencionar que, con el fin de proteger la identidad de las y los participantes, así como cumplir con los principios éticos expuestos en el consentimiento informado, se implementó un sistema de asignación de claves para el análisis de los resultados.

A cada participante se le solicitó (como parte de la asignación de claves, **Anexo A**) no registrar su nombre, sino utilizar su número de lista asignado previamente por la docente titular del grupo, antecedido por la letra B, lo que resultó en una clave de tipo “B.Número”. Y es que, como ya se mencionó que no existe un vínculo laboral con la institución, no se cuenta con conocimiento de los nombres del alumnado ni con sus números de lista. Es por esto, que el anonimato y la confidencialidad se mantuvo durante la intervención y la recopilación de resultados de las pruebas, para evitar comprometer el análisis de respuestas individualmente.

3.2.1 Diario de Campo

El diario de campo fue empleado como un instrumento cualitativo, con el fin de registrar las observaciones de las experiencias vividas durante el desarrollo de las sesiones de la intervención. Además de registrar estos datos, fue utilizado para complementar el análisis y discusión de los resultados obtenidos a través de la evaluación escrita (pretest y posttest).

Este recurso permitió documentar eventos significativos como la participación activa, las expresiones verbales, las ideas previas, la lógica aplicada en las respuestas, las actitudes, la motivación, las dudas, los momentos de interés e incluso de desinterés y el ambiente. El registro se llevó a cabo en el momento en el que las actividades eran realizadas, y en ciertas ocasiones, al finalizar las actividades para no interrumpir el flujo de estas.

La naturaleza del escrito fue fluida y objetiva, se enfocó en las palabras y actitudes clave, tal es el caso de la presentación ante el grupo. *“Al inicio, las y los estudiantes*

se mostraron confundidos y confundidas, y hasta cierto punto mostraron un nivel de sorpresa, debido a que frente al grupo estaba una persona ajena a ellos y ellas”.

Respecto a las preguntas de introducción para identificar si las y los estudiantes están familiarizados con la materia de Física, para partir de ahí y dar a conocer algunos conceptos que estudia, se cuestionó al grupo si sabían qué era la Física, en donde se tuvieron respuestas como: *“La física es la clase donde hacemos ejercicio, corremos y jugamos”* (B.07), lo que dio a entender que existe confusión en el estudiantado al momento de diferenciar Física con Educación Física.

Este tipo de anotaciones (como las anteriores, extraídas del diario de campo), permitieron identificar niveles de conocimiento de la materia, así como aspectos relacionados con la atención, entusiasmo, motivación, el interés y la participación. Aunque estos no fueron tratados de manera estricta para ser cuantificados en esta investigación ni se reflejaron completamente en los resultados de las pruebas aplicadas, sí contribuyeron significativamente a ampliar la perspectiva sobre el aprendizaje adquirido.

Para las notas, fue necesario considerar todo aquello que fuese relevante para la explicación de los resultados, todos los hechos observables, señalar las ideas antes y después de la intervención, evitar hacer juicios subjetivos, redactar las conclusiones a las que llegaron tras la intervención y remarcar (si es que existió) la utilización y apropiación de lenguaje científico.

De esta manera, este diario aportó una visión más amplia, necesaria para el análisis de resultados, permitió reconocer patrones y el desarrollo en el proceso de apropiación de conceptos científicos, así como de habilidades y progreso en el pensamiento

abstracto. Estos registros fueron tomados en cuenta y evidenciados en las siguientes secciones.

3.2.2 Encuesta (Prueba) diagnóstica y de evaluación final (pretest y postest)

Como elemento clave para evidenciar las preconcepciones y las ideas posteriores a la intervención, se utilizó un instrumento de evaluación diagnóstica y final. Para localizar una herramienta adecuada que funcionara como pretest y postest en la que se discutiera el concepto de “fuerza” sin que se apreciara la “intensidad de fuerza”; fue necesario llevar a cabo una revisión a la literatura disponible en línea, con la finalidad de identificar un documento que ya hubiese sido *previamente evaluado y aplicado* en contextos similares.

Para detectar esta prueba, se ejecutó una búsqueda sistematizada en buscadores como: Google Académico, Redalyc, Dialnet, ResearchGate, así como también en diversos repositorios institucionales. En este proceso, se identificó la tesis de maestría elaborada por Martínez (2013), quien diseñó una prueba para estudiantes de quinto grado de primaria en una escuela en Colombia, centrada en el tema de fuerzas.

Dicha prueba, tiene el objetivo de evaluar la comprensión inicial, así como las ideas previas del estudiantado acerca del concepto de fuerza, como también su relación con la alteración del estado de los objetos. Busca identificar cómo el alumnado interpreta las imágenes, con qué tipo de lenguaje expresan sus ideas y si es que relacionan lo cuestionado con acontecimientos cotidianos.

El instrumento cuenta originalmente con 10 preguntas (**Anexo B**), que abordan contenidos como la aplicación de fuerza sobre los objetos, gravedad, empuje, fricción,

tracción y magnetismo, mediante preguntas abiertas, de emparejamiento, de asociación de imágenes y de justificación de situaciones cotidianas.

Tabla 6. Preguntas seleccionadas del instrumento de Martínez (2013), utilizadas como pretest y postest (ver **Anexo B**)

Nº	Pregunta	Tipo de pregunta	Tema principal	Categoría temática
1	Observa el siguiente dibujo y escribe sobre las líneas lo que la figura representa para ti.	Abierta/ interpretación gráfica	Fuerza aplicada	Aplicación del concepto en lo cotidiano
2	¿Qué entiendes por fuerza? Y menciona un ejemplo.	Abierta	Concepto de fuerza	Concepto
3	Une con líneas de colores la palabra que creas que corresponda a cada dibujo.	Emparejamiento (asociación imagen-texto)	Tipos de fuerza	Tipos de fuerza
5	¿Cuál bola crees que se detiene primero y por qué?	Abierta/ Justificación	Fricción en distintas superficies	Aplicación del concepto en lo cotidiano
6	Escribe lo que crees que el niño está haciendo y lo que está pasando con el perro.	Abierta/ Descripción	Fuerza de resistencia: interacción con objetos	Aplicación del concepto en lo cotidiano
7	Observa las siguientes imágenes y escribe debajo de ellas si representa empujar o tirar.	Asociación con imágenes	Identificación entre empujar o tirar	Tipos de fuerza
8	¿Por qué se puede generar el movimiento de un automóvil?	Abierta/ Explicativa	Relación entre fuerza y desplazamiento	Aplicación del concepto en lo cotidiano
9	¿Por qué crees que la plastilina puede cambiar de forma?	Abierta/ Explicativa	Deformación por aplicación de fuerza	Aplicación del concepto en lo cotidiano

Fuente: elaboración propia a partir de Martínez (2013).

No obstante, debido a su pertinencia con los objetivos planteados para el presente estudio, de esas 10 preguntas (que incluyen preguntas relacionadas con la gravedad y el magnetismo) fueron seleccionadas únicamente 8 (**Anexo C**) las cuales constituyeron la prueba adaptada para ser presentada como el pretest y postest. Los temas que aborda cada pregunta se agrupan de acuerdo con la Tabla 6, previamente presentada.

3.2.2.1 Categorización del instrumento

El uso de esta prueba, representa un beneficio para fines del presente estudio, ya que fue previamente implementada en el trabajo de Martínez (2013), en un contexto educativo con características similares a las de la población tratada en esta investigación. Por ello, su diseño, enfoque y naturaleza, resultan pertinentes y coherentes para cumplir con el objetivo principal planteado.

Uno de los elementos más relevantes de este instrumento, es que Martínez (2013) incorpora un sistema de categorización estructurada el cual permite analizar las respuestas del alumnado de forma cualitativa y gradual, al superar una calificación binaria de “correcto” o “incorrecto”, lo que promovió un análisis más fino de las ideas expresadas por las y los estudiantes. Dicha categorización considera cuatro niveles de respuesta (Tabla 7).

Este esquema fue utilizado para cada una de las preguntas seleccionadas (**Anexo C**) del instrumento original, esto sin importar el tipo de pregunta (abierta, asociación o emparejamiento). La incorporación de esta categorización fue posible debido a que el trabajo de Martínez (2013) incluye una guía detallada de criterios específicos para

cada pregunta, lo que permite que en la presente investigación se pueda adaptar la categorización sin perder rigor.

Tabla 7. Categorización de las respuestas

Categoría	Descripción
1	Respuesta completamente correcta
2	Respuesta parcialmente correcta
3	Respuesta incorrecta
4	No respondió

Fuente: elaboración propia a partir de Martínez (2013).

Por ejemplo, para la pregunta “¿qué es la fuerza? Y menciona un ejemplo”, se consideró como completamente correcta (categoría 1) a aquella respuesta describe a la fuerza como una acción capaz de alterar el estado, movimiento, y/o velocidad de un objeto, además de añadir un ejemplo pertinente.

Se consideró respuesta parcialmente correcta (categoría 2), a aquella que solo presentaba ejemplos cotidianos como empujar o jalar, sin definir completamente o de forma explícita el concepto. Como respuesta incorrecta se consideró a aquella que no mostraba comprensión alguna del concepto, o que confundía términos y que no lograba relacionar ejemplos cotidianos con el término. Y finalmente, aquellas respuestas que estaban en blanco o sin sentido se clasificaron como no respondidas.

En preguntas de emparejamiento, aquellas respuestas consideradas como correctas se asignó cuando todas las asociaciones eran correctas; como parcialmente correctas cuando existía una combinación de aciertos y errores, e incorrectas cuando ninguna asociación fue adecuada.

Este tipo de análisis cualitativo promueve el reconocimiento de matices en las respuestas, especialmente en estudiantes de educación primaria, cuyas ideas están en proceso de formación y las cuales pueden expresar distintos grados de comprensión conceptual, al depender de sus preconcepciones. La versión extendida de la categorización, con los criterios específicos para cada respuesta se encuentra en el **Anexo D**.

3.2.3 Validación y adecuación de la prueba

Antes de aplicar la prueba al grupo, se procedió a realizar una revisión preliminar del instrumento adaptado (**Anexo C**). La revisión preliminar se llevó a cabo con la finalidad de identificar posibles ambigüedades, y con el objetivo de ajustar preguntas o mejorar algunos puntos de la prueba (si se requería).

Para ello, tres estudiantes se solicitaron; la elección de las y los mismos quedó a disposición de la docente responsable del grupo. Dentro de las y los seleccionados, se encontraban a quien se le considera estudiante sobresaliente, y quienes mantienen rendimiento académico promedio, con la finalidad de buscar posibles diferencias en la interpretación de las preguntas según el nivel de logro escolar.

Antes de comenzar con la prueba, se les indicó a las y los discentes que esta tenía el fin de evaluar su comprensión sobre el tema de fuerza, y que todas las respuestas que proporcionaran debían estar basadas en sus conocimientos previos respecto al tema, estos conocimientos pudieron ser obtenidos académicamente o por eventos personales a lo largo de su vida, de manera formal o informal.

Se añadió que no existía un límite de tiempo para la culminación de la misma, con el objetivo de que pudiesen desarrollar sus respuestas con detalle. Aunado a esto, se

explicó que la evaluación no tendría un valor curricular, esto para no alterar su estado de ánimo, que se pudiese ver reflejado en los resultados.

Durante la aplicación de la prueba, las y los estudiantes no presentaron dificultades para comprender las preguntas, la duración promedio fue aproximadamente de una hora. Además, el comportamiento fue adecuado ya que no se presenciaron situaciones de alteración o ansiedad entre las y los participantes, por lo que se concluye un ambiente de evaluación apropiado.

Es por ello, que se decidió continuar con la aplicación del pretest al resto del grupo puesto que, al analizar las respuestas, independientemente de la categoría de desempeño del estudiantado, cada una y uno de ellos intentó dar solución pertinente a las preguntas planteadas.

El instrumento como ya se mencionó, fue adaptado del trabajo de Martínez (2013), el cual es una tesis de maestría, desarrollada y defendida con rigor académico en un contexto comparable al mexicano. Dicha procedencia y contexto en donde se desarrolló, en conjunto con su disponibilidad pública, le otorgan la confiabilidad y pertinencia metodológica.

Además de lo anterior, otros criterios para tomar la decisión de considerar pertinente y adecuada la prueba fueron los siguientes: la claridad y la compatibilidad de las preguntas con el grado escolar; la estructura de la categorización previamente desarrollada y establecida por la autora del instrumento original, y la validación empírica de su funcionamiento a partir de la prueba piloto.

Debido a la naturaleza metodológica cualitativo-descriptiva de esta investigación, y que el propósito de aplicar la prueba era identificar niveles de comprensión del concepto de fuerza, los criterios anteriormente expuestos y aplicados, fueron

considerados suficientes y adecuados para los fines de este estudio, así como para dar validez formal al instrumento.

3.3 Diseño e intervención didáctica bajo el modelo ADDIE

Los hallazgos derivados de la fase de validación de la prueba contribuyeron a la realización del programa de intervención, ya que, tras un análisis general de las respuestas proporcionadas por un grupo reducido de estudiantes en la prueba piloto, se lograron identificar algunas preconcepciones comunes sobre el tema en cuestión.

Con base en esta información, fue posible diseñar una planeación didáctica pertinente que integrara tanto los contenidos curriculares como las estrategias y recursos didácticos adecuados para favorecer una comprensión más profunda del tema.

El programa de intervención se diseñó de forma específica para el grupo participante, ya que se adaptó a las condiciones reales a las que se enfrentó como la variabilidad de asistencias y la disponibilidad de recursos materiales como tecnológicos. A pesar de que la duración de las sesiones no fue constante, lo que se mantuvo, fue el objetivo de favorecer el desarrollo del aprendizaje significativo del concepto de “fuerza”.

A partir de lo anterior, se procede a presentar el análisis de los resultados de la prueba diagnóstica (pretest), al seguir la estructura propuesta por el modelo ADDIE. Mediante este diagnóstico se detectan las brechas existentes del conocimiento del concepto de fuerza, lo que permite proponer los objetivos de la intervención que guiarán el diseño de la propuesta didáctica.

3.3.1 Análisis

Como se mencionó anteriormente, el punto de partida para el diseño de la intervención fue la aplicación de una prueba diagnóstica (pretest) a un grupo de tercer grado de primaria, esto se realizó con el propósito de identificar el nivel de conocimientos previos sobre el concepto de fuerza, lo que permite:

- Identificar preconcepciones que faciliten o dificulten el aprendizaje.
- Detectar brechas de conocimiento.
- Reconocer necesidades de aprendizaje concretas.
- Establecer objetivos realistas y pertinentes.
- Diseñar una intervención didáctica contextualizada y adecuada.
- Presentar una referencia para comparar los resultados con la prueba final y valorar el impacto de la intervención.

La aplicación del pretest fue efectuada en la primera sesión de la intervención con el fin de optimizar el tiempo disponible. Previo a iniciar, se les informó a las y los estudiantes que el examen no perjudicaría su calificación final del curso, esto puesto que era una intervención extraescolar y para evitar cualquier inquietud que modificara el resultado.

Antes de la evaluación, el alumnado presentaba una postura de inseguridad y sorpresa. No obstante, con la indicación de que la prueba no tendría valor curricular, las y los niños volvieron a la tranquilidad y comenzaron a responder su evaluación, acción que tomó en promedio 1 hora y 30 minutos.

Es importante resaltar, que la prueba estaba prevista para ser resuelta en el menor tiempo posible, si se toma en cuenta que las réplicas tenían que provenir de ideas

previas, además de que se contaba con un antecedente a partir de la dinámica realizada con las y los estudiantes solicitados para la fase de validación de la prueba, que en promedio lograron responderla en aproximadamente 1 hora.

Este grupo formado por niñas y niños de entre 8 y 9 años quienes poseen habilidades básicas de lectura y escritura, también incluye estudiantes con dificultades en la expresión escrita, gramatical y la comprensión lectora. En este contexto, algunos de las y los participantes solicitaron apoyo en las preguntas, acción que justifica la extensión temporal para la resolución de la prueba.

Si bien, durante la prueba diagnóstica se tuvo la participación de 19 estudiantes, para efectos de un análisis comparativo y del seguimiento específico de los aprendizajes adquiridos por cada estudiante, se tomó en cuenta únicamente a 13 estudiantes que de forma ininterrumpida participaron durante todas las etapas de la intervención.

Es decir, solo aquellas y aquellos estudiantes que formaron parte del proceso completamente sin interrupciones debido a inasistencias, fueron consideradas y considerados para el análisis, con el fin de garantizar la comparabilidad entre los resultados obtenidos en el pretest y el posttest, además de evitar alteraciones en la interpretación de los cambios conceptuales.

La prueba, como se ha indicado previamente, constó de 8 preguntas; por tanto, al considerar únicamente a 13 estudiantes que participaron de forma continua durante todo el proceso, se analizaron un total de 104 respuestas, y cada una de estas fue clasificada en una de las cuatro categorías anteriormente descritas: correcta (categoría 1), parcialmente correcta (categoría 2), incorrecta (categoría 3) o sin respuesta (categoría 4).

La Tabla 8 muestra a continuación la distribución de respuestas por categoría para cada pregunta del instrumento (**Anexo C**) obtenidas durante el pretest, en donde se exhibe cuántas respuestas de 13 tuvo categoría 1, 2, 3 o 4 para cada una de las ocho preguntas.

Tabla 8. Respuestas obtenidas en el pretest (diagnóstico)

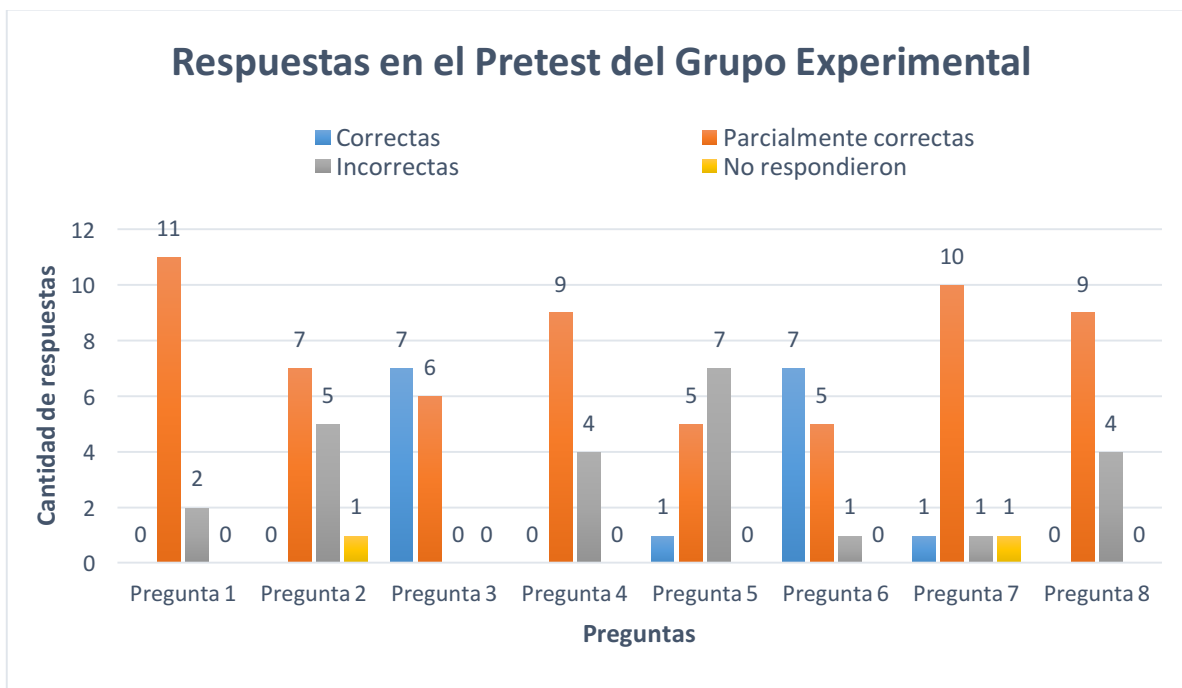
Pregunta	Respuestas				Total de respuestas
	Correctas (Categoría 1)	Parcialmente correctas (Categoría 2)	Incorrectas (Categoría 3)	No respuesta (Categoría 4)	
Pregunta 1	0	11	2	0	13
Pregunta 2	0	7	5	1	13
Pregunta 3	7	6	0	0	13
Pregunta 4	0	9	4	0	13
Pregunta 5	1	5	7	0	13
Pregunta 6	7	5	1	0	13
Pregunta 7	1	10	1	1	13
Pregunta 8	0	9	4	0	13
Total	16	62	24	2	104

Fuente: elaboración propia.

Como apoyo visual está el Gráfico 1, el cual muestra un escenario esperado a raíz de lo observado en la fase de prueba, ya que el color con más presencia es el naranja que representa a las respuestas parcialmente correctas (categoría 2), no obstante, para

este caso, las respuestas correctas (color azul) cuentan con menor presencia en comparación a las respuestas con categoría 3 (color gris).

Gráfico 1. Respuestas en el Pretest



Fuente: elaboración propia.

Gracias a este Gráfico 1, es posible observar a simple vista la tendencia a respuestas etiquetadas como categoría 2 (color naranja) y la baja presencia de respuestas con categoría 1 (color azul), sin dejar de lado que en cantidad existen más preguntas incorrectas (color gris) que aquellas respondidas correctamente (categoría 1).

Como ejemplo para la interpretación de la tabla y del gráfico, se considera la pregunta 2. De esta se obtiene que, en el pretest, en la pregunta “*De acuerdo a tus conocimientos, escribe. ¿qué entiendes por fuerza? Y menciona un ejemplo*”, no hubo respuestas consideradas como correctas (categoría 1), hubo 7 respuestas parcialmente correctas (categoría 2), 5 respuestas fueron calificadas como incorrectas

(categoría 3) y 1 respuestas en la categoría 4, lo que significa que 1 estudiante no pudo dar una contestación.

Con estos datos de la Tabla 8 y Gráfico 1, se identifica que las respuestas que aparecieron con más frecuencia fueron (como ya se mencionó) aquellas consideradas como parcialmente correctas con un 59.6%, en segundo lugar, las categorizadas como incorrectas con un 23% de aparición, en tercer lugar, con un 15.4% de aparición las categorizadas como correctas, y finalmente con 2 apariciones de las 104 respuestas (1.9%) la categoría 4. Como parte de los resultados las únicas respuestas en la categoría 1 fueron en las preguntas 3 y 6.

Para la pregunta 1 ***“Observa el siguiente dibujo y escribe sobre las líneas lo que la figura representa para ti”*** (un hombre empujando una caja), se registraron respuestas como “está empujando” (B.10), “está moviendo un mueble” (B.05), e incluso se identificó una que mencionaba “está abriendo una puerta pequeña” (B.08).

Para la pregunta 2 ***“¿Qué entiendes por fuerza? Y menciona un ejemplo”*** la participación fue muy repetitiva de manera general, ya que no se pudo dar una definición, sino que se manejaron únicamente ejemplos de dónde se puede experimentar la fuerza tales como “ayudar a mover cosas” (B.07), “cargar a mi hermanito” (B.06), “empujar el carro de mi papá” (B.16).

En cuanto a la pregunta 3, ***“Une con líneas de colores la palabra que creas que corresponda a cada dibujo”***, fue de las preguntas que más presencia de respuestas consideradas correctas obtuvo. Aquí se puede notar que entre la categoría 1 y 2 es donde el alumnado se posicionó, y es que, en su mayoría lograron relacionar el concepto con la imagen, lo que da a entender que a través de sus conocimientos

previos pueden dar una imagen o un ejemplo a un concepto, pero no pueden desarrollar una definición del mismo.

En la pregunta 4 “**Camilo lanza una bola por 2 superficies diferentes una lisa y una rugosa. Si las 2 bolas se mueven sobre cada superficie, ¿Cuál bola crees que se detiene primero y por qué?**” se pudo identificar por más de la mitad de la muestra que la “bola dos se detendría primero” (B.24), no obstante, la explicación del porqué nunca se proyectó.

En la pregunta 5 “**Escribe lo que crees que el niño está haciendo y lo que está pasando con el perro**”, las réplicas fueron orientadas a la conducta y a respuestas cómicas como “el perro quiere hacer pipí y el niño no lo quiere soltar” (B.16), aunque una única alumna fue capaz de categorizar su contestación como correcta al escribir “su dueño está insistiendo al jalar la cuerda, pero el perro se está resistiendo” (B.18).

La pregunta 6 “**Observa las siguientes imágenes y escribe debajo de ellas si representa empujar o jalar**”, fue la segunda pregunta en la cual como la pregunta tres, tuvo más colocación de respuestas en la categoría 1 y 2, esto debido a que el propósito no escribir una descripción del fenómeno, únicamente se solicitaba relacionar conceptos con imágenes como en la pregunta tres.

En la pregunta 7 “**¿Por qué se puede generar el movimiento de un automóvil?**” las respuestas fueron generalmente “por el motor, por las llantas, por la gasolina” (B.12), aunque en este caso una estudiante contestó “porque tiene llantas y motor y las llantas hacen fricción con el piso” (B.10).

Finalmente, en la pregunta 8 “**¿Por qué crees que la plastilina puede cambiar de forma?**” se obtuvieron respuestas enfocadas en la composición del material como: “la podemos estirar porque es suave” (B.05), “por blandita” (B.22).

Este tipo de respuestas revelaron brechas significativas en la apropiación de conceptos científicos, puesto que se evidenció un nivel de comprensión superficial y limitado, esto debido a que no pudieron explicar el porqué de ciertas situaciones físicas que se solicitaban en el instrumento.

Por ejemplo, el concepto de fuerza en este punto aún no ha sido internalizado adecuadamente, los datos obtenidos son similares a los de la fase de prueba, donde también se observó que las preconcepciones y las experiencias del alumnado no fueron suficientes para construir una definición científica de este concepto.

Ante este panorama, se justifica la necesidad de desarrollar una intervención didáctica que promueva el cambio conceptual a través de actividades experimentales, reforzadas con apoyo del simulador PhET. Las dificultades observadas en las respuestas de las y los estudiantes para definir adecuadamente el concepto de fuerza, así como también para reconocer sus diferentes tipos e identificar su relación con situaciones cotidianas, evidencian la urgencia de intervenir en el proceso de enseñanza-aprendizaje de estos conceptos y de replantear las estrategias utilizadas durante este proceso.

A partir de los resultados de la prueba pretest, se definieron los objetivos de formación e intervención: favorecer la comprensión del concepto de fuerza desde una perspectiva científica al superar las ideas superficiales que el alumnado presenta del mismo; así como relacionar dicho concepto con situaciones cotidianas mediante actividades experimentales contextualizadas.

Aunado a lo anterior, se buscó desarrollar habilidades de observación, análisis e interpretación de escenarios que involucren fenómenos físicos, a través de la práctica y el uso del simulador PhET como apoyo. Asimismo, otro propósito fue facilitar el uso

del lenguaje científico en la explicación de conceptos de esta naturaleza y propiciar la transición de ideas preconcebidas hacia ideas sustentadas y racionales sobre la fuerza.

3.3.2 Diseño

El diseño de la intervención educativa toma como base al modelo pedagógico constructivista, el cual sitúa a la y el estudiante como protagonistas de su propio aprendizaje. Bajo este enfoque, se consideran las ideas previas del estudiantado (expuestas en el examen diagnóstico) para construir nuevos significados a través de la práctica/experiencia, la reflexión y la interacción. El propósito de esta estrategia de formación es propiciar un cambio conceptual sostenido, al aplicar actividades contextualizadas adecuadas para facilitar la comprensión del concepto referido.

El diseño contempló una secuencia de 5 sesiones organizadas de manera progresiva. Cada sesión fue diseñada con el fin de responder a las necesidades detectadas en la prueba pretest, además de fortalecer la comprensión del concepto de fuerza.

La intervención inició con la aplicación de la evaluación diagnóstica (pretest), seguido de esto, diversas actividades experimentales fueron producidas y al concluir se integró la proyección del simulador PhET como herramienta de refuerzo visual, conceptual y del aprendizaje adquirido durante la aplicación de la intervención.

Para finalizar la intervención, se aplicó una prueba posttest que fue la misma prueba aplicada inicialmente (**Anexo C**), lo que permitió establecer una comparación directa en el desarrollo de las respuestas para así identificar si es que existieron avances conceptuales.

La siguiente Tabla (9) presenta de manera general cómo fueron desarrolladas las sesiones, y la versión extendida de la misma está expuesta en el **Anexo E**, en donde además de lo presentado, se mencionan los materiales utilizados durante las actividades.

Tabla 9. Planeación de la intervención

Sesión	Objetivo	Actividades	Duración
Sesión 1	Introducción y Actividades Iniciales	1. Pretest (evaluación diagnóstica) 2. Actividad 1 – Empujar para mover 3. Actividad 2 – Esferas en movimiento	1:30 h 1:00 h 1:30 h
Sesión 2	Exploración de Superficies y Fricción	1. Actividad 3 – Carritos en diferentes superficies 2. Actividad 4 – Resistencia al Movimiento con Cuerpos de Diferente Masa 3. Actividad 5 – Fricción en balones 4. Reflexión sobre la fricción	40 min 40 min 30 min 30 min
Sesión 3	Resistencia y Movimiento	1. Actividad 6 – Estira y afloja con variación en la fricción 2. Reflexión sobre los resultados	40 min 20 min
Sesión 4	Simulación y Concepto de Fuerza	1. Introducción a las simulaciones (PhET) 2. Realización de simulaciones sobre fuerza 3. Reflexión sobre los resultados	30 min 1:30 h 1:00 h
Sesión 5	Relación de Conceptos y Postest	1. Explicación final del concepto de fuerza (relación de resultados de actividades) 2. Postest (evaluación final)	40 min 1 h

Fuente: elaboración propia.

La intervención fue desarrollada de forma presencial, en donde estuvo presente en todo momento la docente titular del grupo. Las sesiones incorporaron momentos para promover el interés, el planteamiento de dudas, la formulación de hipótesis, la exploración práctica, la discusión, conclusión y reflexión grupal. El ambiente de

aprendizaje activo permitió que a través del dialogo, la experimentación y la reflexión colectiva se resignificaran las ideas preconcebidas de las y los estudiantes.

Durante el proceso de la implementación de la intervención, se efectuaron algunos ajustes metodológicos, en función de la asistencia y del ritmo de trabajo (dependientes de las situaciones previamente señaladas), sin modificar los contenidos, los instrumentos o materiales establecidos en el diseño original.

En los días con una notable inasistencia de la población estudiantil, se optó por ofrecer una breve explicación de lo sucedido en las sesiones anteriores. Se abordaron conceptos de manera simple que promovían dar claridad a lo ocurrido, no se entró en temas ni dinámicas complejas puesto que esto podría afectar el resultado en el postest debido a la falta de uniformidad en el conocimiento adquirido.

En orden a lo anterior, las sesiones que se estipulan en esta aclaración no fueron contempladas para ser exhibidas en la planeación final, puesto que solo se basaron en reflexiones de las actividades pasadas en las que el estudiantado colaboró y no se intervino con más dinámicas para no alterar los resultados finales.

La selección de las actividades aplicadas en esta intervención, se basó en una serie de criterios contextuales, metodológicos y pedagógicos identificados con ayuda de la evaluación diagnóstica, en donde se expusieron de manera general ideas arraigadas al sentido común por parte del alumnado respecto al tema.

Las actividades se enfocaron en fenómenos físicos observables y manipulables tales como el movimiento, el cambio de dirección y trayectoria, la fricción, la resistencia y la interacción entre objetos; estas fueron adaptadas al contexto y al nivel cognitivo de las y los estudiantes de este grupo de tercer grado de primaria.

En este sentido, el uso de recursos didácticos accesibles, experiencias de las y los estudiantes y ejemplos de la vida cotidiana, fueron priorizados para permitirle al estudiantado vincular lo observado con lo que ya sabe, para favorecer la transición de un pensamiento intuitivo a uno más fundamentado.

Las actividades implementadas fueron inspiradas y adaptadas a partir de contenidos audiovisuales producidos en el canal oficial de la SEP en Youtube, específicamente en los recursos diseñados para el programa “Aprende en casa” (2020). Esto, debido a que presentan recursos dirigidos a las 6 Fases Educativas y que promueven una enseñanza activa de las ciencias, basada en la observación, manipulación y la reflexión, conforme a los principios de la NEM, que impulsa el desarrollo de aprendizajes significativos.

Por otro lado, el agregar al simulador PhET en la etapa final de la intervención, coadyuvó en el refuerzo de los aprendizajes adquiridos durante las actividades experimentales, facilitó la visualización de actividades y de conceptos abstractos a través de un entorno interactivo y amigable con la y el usuario. Lo que sirvió como complemento a la experiencia con una exploración visual y tecnológica.

3.3.3 Desarrollo

En cuanto al desarrollo de la intervención, esta fase se centró en la producción, adaptación y organización de los materiales necesarios para la intervención, así como espacios y recursos necesarios con base en el plan de diseño previamente establecido. Esta etapa de la intervención fue fundamental, debido a que se debieron considerar las características de la institución y del grupo referido, con el motivo de

que la propuesta didáctica pudiese ser aplicada de forma adecuada dentro del contexto escolar.

La selección de materiales cumplió con el criterio de que estos fuesen accesibles y manipulables, además de que sirvieran como referente para generar experiencias que permitieran observar, experimentar y resolver situaciones asociadas al concepto de fuerza.

Entre los materiales utilizados se incluyeron monedas, cuerdas, esferas de distintos materiales como unicel, estambre y plástico; así también carros a escala, palos de madera, marcadores, balones y una patineta que se adaptó a distintas circunstancias según lo necesario en ese momento, generalmente esta se aplicó como un plano móvil del cual descendían los objetos.

Cabe aclarar que todos los objetos y materiales utilizados en la intervención, ya estaban disponibles en la institución, pertenecían a las y los estudiantes o al investigador, es decir, que en ningún momento se solicitó la compra de algún recurso adicional ni a la institución ni al estudiantado.

Respecto a los recursos digitales y tecnológicos para la proyección de la simulación, se le solicitó a la dirección de la institución únicamente el proyector, puesto que la computadora portátil utilizada es de propiedad personal del investigador, ya que, la institución no cuenta con unidades disponibles para el personal docente.

La simulación seleccionada fue la tratada en el Capítulo 2 de la presente investigación: “Fuerza y movimiento: Intro”, la cual fue probada previamente para evitar dificultades técnicas y para preparar una guía con el objetivo de aplicarla de manera adecuada y efectiva de acuerdo al nivel cognitivo del grupo.

Como ya se ha explicado anteriormente, cada sesión fue planeada para que tuviese etapas de introducción, desarrollo de actividades, diálogo y de cierre reflexivo. Para esta investigación se contemplaron mecanismos de observación y registro, los cuales son abordados en la siguiente fase de implementación a través del diario de campo.

Esta preparación de recursos materiales y tecnológicos, también propició la consideración de las condiciones logísticas y pedagógicas para que la intervención pudiese ser desarrollada en un escenario real, al considerar limitaciones como el tiempo disponible, la variabilidad de asistencias, el acceso a recursos, así como las características de cada estudiante del tercer grado de este grupo en cuestión.

Con lo anterior, se resalta entonces que el desarrollo de la intervención no se limitó únicamente a la reunión de materiales, sino que también representó un proceso de planeación, adaptación y anticipación pedagógica, con el fin de asegurar la fidelidad de la implementación al diseño teórico y de maximizar el potencial de las actividades para generar aprendizajes significativos en torno al concepto de fuerza.

3.3.4 Implementación

Posterior a la fase de desarrollo, se continuó con la siguiente etapa que es la implementación de la intervención, con base en la planificación diseñada y expuesta en las secciones previas. Esta etapa comprendió la organización y ejecución de las cinco sesiones programadas, coadyuvadas por las actividades experimentales y la simulación.

La implementación se realizó en el escenario escolar previamente descrito con el grupo referido el cual ya ha sido analizado en función de sus características educativas. Lo que permitió identificar de manera directa las reacciones del alumnado

ante las estrategias y metodología propuestas. Para documentar el proceso, se aplicó como herramienta de registro el diario de campo, en el cual se plasmaron las observaciones sobre el desarrollo de las sesiones, la participación de las y los estudiantes, así como las modificaciones realizadas durante la intervención.

Esta sección describe el desarrollo de cada sesión, considera los aspectos pedagógicos y logísticos, así como las situaciones observables identificadas durante la ejecución. La información presentada en este registro permite reconocer, cómo es que la propuesta didáctica fue recibida por las y los estudiantes a través de acciones concretas, y qué elementos favorecieron o dificultaron el logro de los objetivos de la intervención. Es por lo anterior, que a continuación se describe (extraído del diario de campo) el trabajo realizado durante las 5 sesiones, los objetivos de cada una, así como algunas reflexiones de las mismas:

Sesión 1 (21 de enero del 2025):

El primer día se desarrollaron 2 actividades experimentales aparte de la aplicación del pretest, que ya ha sido detallada en la fase de “Análisis” de esta investigación. Antes de comenzar, se debe saber que el escritorio del alumnado es compartido, además de que cuenta con una superficie rugosa, y cada uno está diseñado para considerar dos estudiantes (Figura 11).

Respecto a la primera actividad, esta fue nombrada “Empujar para mover”. Se les pidió a las y los estudiantes que delimitaran el extremo de su escritorio como si de una portería se tratara, se le proporcionó a cada equipo una moneda, con la instrucción de que, al aplicar una fuerza en esta, cruzara por la delimitación.

Esto se propuso con el fin de que el grupo comenzara a identificar que el movimiento, la trayectoria y la velocidad estaban directamente relacionados con la

fuerza que se ejercía a un objeto, pero también que existía un factor clave que hacía que la moneda se frenara y no siguiera en movimiento, lo que introducía el concepto de fricción.

En la participación del grupo se detectó que lograron relacionar el movimiento con la fuerza que se le aplicaba al objeto, no obstante, aún no conocían el concepto de fricción, pero comenzaban a proponer que la superficie también era causante de que esta moneda se moviera de manera restringida, esto a palabras de un estudiante “Es que la mesa no está lisita (B.17)”.

Figura 11. Actividad 1 del día 1 “Empujar para mover”



Fuente: elaboración propia.

Respecto a la segunda actividad, intitulada “Esferas en movimiento”, se presentaron 3 esferas de diferentes materiales y diferente masa (esfera de estambre: 8cm de diámetro y 100g; esfera de unicel: 8.5cm de diámetro y 20g; pelota de plástico hueca: 8cm de diámetro y 20 g).

Se cuestionó al alumnado, que, si estas esferas se dejaran libres al caer por una pendiente desde un punto de referencia en común, ¿cuál sería la esfera que llegaría más lejos?, la respuesta del 100% de estudiantes fue: la esfera de estambre (“la más

pesada”). Para ello, se colocó un circuito recto delimitado por marcadores y palos de madera, para asegurar que las esferas se desviaran lo menos posible (Figura 12).

Figura 12. Actividad 2 del día 1 “Esferas en movimiento”



Fuente: elaboración propia.

Se elaboró una tabla en donde se anotaron las distancias a las que llegaron cada una de las esferas y se repitió la actividad por 5 tiros. Al hacer esta dinámica para cada una de las pelotas, se mostró que la pelota de plástico verde recorrió 3.7m en promedio, la pelota de estambre recorrió en promedio 1.8m y la esfera de navidad recorrió 4.9m en promedio.

Con esto el estudiantado notó que tanto el peso como el material del cual estaba hecha la esfera, la pérdida de energía y por ende de velocidad tras cada rebote, eran variables que perjudicaban la trayectoria, la dirección y la distancia recorrida independientemente de que fueran impulsadas desde un mismo punto de referencia inicial, que para este caso fueron deslizadas por la superficie de la patineta colocada como plano inclinado.

Sesión 2 (22 de enero del 2025):

En esta sesión se desarrollaron 3 actividades. La primera denominada “Carritos en diferentes superficies”, en la cual se impulsaron desde un punto en común y dejaron

desplazarse carritos de juguete de diferentes tamaños, formas y masas, en superficies variables como tierra y pavimento.

Se le cuestionó al estudiantado, en qué plano se detendrían primero los carritos y se respondió por la mayoría que sería en la superficie donde había solo tierra, ya que “las piedritas hacían que los cochecitos se detuvieran, porque las piedras los frenan porque son como topes” (B.12). Esta respuesta dada por el estudiantado fue acertada antes y después de comprobarla, sin embargo, de este supuesto surgió la explicación de lo que significaba la fricción, fuerza causante tanto de movimiento como del reposo (Figura 13).

Figura 13. Actividad 1 del día 2 “Carritos en diferentes superficies”



Fuente: elaboración propia.

La explicación de cómo es que es necesaria la fricción entre las ruedas de los coches con la superficie, buscaba informar que esta interacción era la causante del movimiento de los vehículos y que podría detenerlos o hacer que avanzaran, todo a causa del agarre de las llantas con las imperfecciones de la superficie. Es por este motivo que las llantas tienen ciertos patrones detallados conocidos como banda de rodadura, que mejoran la adherencia a la superficie.

Esto fue reforzado con otro experimento (“Resistencia al movimiento con cuerpos de diferente masa”), en el cual con una cuerda se invitaba a que un o una estudiante

tratara de mover o detener otro cuerpo más pesado, y posteriormente con la unión de más estudiantes mover o detener este mismo cuerpo (Figura 14).

Figura 14. Actividad 2 del día 2 “Resistencia al movimiento con cuerpos de diferente masa”



Fuente: elaboración propia.

Con esta actividad, notaron que, aunque la superficie fuese “resbalosa”, la unión de varios elementos que ejercían fuerza enfocados en una dirección podía alterar la posición y la velocidad de un elemento con más masa, además de que llegaron a la conjetura de que una superficie rugosa como el pavimento ocasionaría que no se “resbalaran tan fácil” ya que tendrían más “agarre” (esto a palabras de ellos).

Para este punto, las y los estudiantes ya eran conscientes de que el tipo de superficie y la fuerza de fricción afectaba varios parámetros que determinarían el comportamiento, así como el estado final del objeto. Posteriormente se cuestionó al estudiantado que si se dejara caer una pelota desde un punto inicial de una pendiente ¿se detendría primero en una superficie de pasto, o en una superficie de cemento?, y la contestación final fue *“en la de pasto porque tendría más puntos de contacto que harían que la pelota se detuviera”* (B.10), respuesta que fue confirmada con la actividad (Figura 15).

Figura 15. Diferentes superficies, diferente resistencia al movimiento



Fuente: elaboración propia.

Sesión 3 (23 de enero del 2025):

En el día 3 se llevó a cabo una actividad denominada “Estira y afloja”. Antes de comenzar se hizo una reflexión de lo ocurrido en la sesión pasada con el objetivo de que las y los estudiantes comenzaran a responder con más claridad y con conceptos aprendidos en la experimentación. La sesión comenzó con la remembranza de lo realizado en el experimento “Resistencia al Movimiento con Cuerpos de Diferente Masa”, donde se enfocó en cómo el cuerpo de mayor masa no se pudo mover cuando varios elementos lo “jalaban” hacia ellos.

Por lo que se propuso que esta vez, con una cuerda continua y con una cantidad de elementos que estaría en constante variación en ambos extremos de la cuerda, fuese jalada en una superficie de pavimento, así como en la cancha de pasto; y se analizaría lo que sucedía (Figura 16). Las y los niños procedieron a realizar esta acción, pero antes de esto, mencionaron que tendrían más “agarre” y “estarían más fijos” en el piso de cemento que en el pasto por la textura de la superficie.

Figura 16. Actividad del día 3 “Estira y afloja”



Fuente: elaboración propia.

Esta aseveración fue comprobada, empero, un acontecimiento imprevisto tuvo lugar durante el desarrollo de la tarea. En concreto, la cuerda sufrió una ruptura mientras se llevaba a cabo el ejercicio en la cancha de césped. Al reflexionar sobre este incidente, las y los niños coincidieron en la identificación de un concepto que no se había contemplado inicialmente: la fuerza de tensión.

En este contexto, se procedió a analizar lo sucedido, concluyeron que ninguno de los equipos logró la victoria, y entre ellos mencionaron que la ruptura de la cuerda fue debida a la igual cantidad de fuerza aplicada por ambas partes, puesto que, al no lograr mover al equipo contrario, se concluyó que eran “igual de fuertes”.

Esta explicación es cierta hasta cierto punto, ya que, si bien no existió un desplazamiento de ninguno de los dos equipos, es necesario añadir que la igualdad de fuerzas no provoca la ruptura de la cuerda, (esto solo es cierto en casos específicos), pero requiere de una variable externa, y es la resistencia a la tracción del material. Es decir, que la ruptura de la cuerda existe solo cuando la tensión que se ejerce sobre ella supera la resistencia a la tracción.

Esto muestra nuevos conceptos para el estudiantado, los cuales en principio entrarían en una nueva dinámica, nuevo aprendizaje, así como diferente estrategia y

metodología para abordar este tema de la resistencia de los materiales. Es por ello que se decidió no ahondar en ese contenido, para respetar lo establecido en los PDA y en el objetivo principal de la dinámica.

A pesar de ello, la respuesta compartida por las y los estudiantes revela un pensamiento lógico, que al estar limitado da el indicio de que debe ser enriquecido y perfeccionado con una guía adecuada y unas bases sólidas para la comprensión de conceptos más complejos.

Sesión 4 (27 de enero del 2025):

Este cuarto día, se solicitó a la dirección de la institución el proyector y se procedió con la introducción del simulador PhET. En el inicio, se indicó a las y los alumnos cómo entrar a la página del simulador, así mismo, se explicó cómo reproducir simulaciones no únicamente de la materia de Física sino de Matemáticas, Biología y de cualquier otra materia de su interés. Cabe añadir, que estaban muy emocionados por trabajar con el elemento digital.

Las simulaciones trabajadas fueron las que están intituladas “Fuerza y movimiento: intro”, dentro de la página del simulador (Figura 8 y 17). Para trabajar con las simulaciones se cuestionaba al grupo sobre el qué pasaría si se modificaban las variables en el simulador, ¿cuál sería el resultado final?

Se actuó de esta manera puesto que se buscaba que el estudiantado fuese capaz de realizar hipótesis fundamentadas en las experiencias y conocimiento científico adquirido a lo largo de la intervención y es digno señalar que las hipótesis expresadas por el grupo siempre fueron acertadas.

Algunas hipótesis, por ejemplo, en la simulación de “movimiento” la cual consta de un cuerpo que mueve otros (una niña, un señor, un bote de basura, una caja de cartón,

una de madera y un refrigerador) que están sobre una patineta, donde la fuerza aplicada debe ser diferente ya que depende de la masa que se desea mover. El estudiantado antes de reproducir la simulación mencionó que “los cuerpos con menos masa se les debe aplicar menos fuerza para poder moverlos e irán más rápido”.

Otras hipótesis fueron, “si quitamos la resistencia del piso, la caja se moverá más rápido”, “si aumentamos la cantidad de objetos (existe más masa) se necesitará más fuerza para moverlos”, “si el piso es hielo el objeto no se dejará de mover”. En la simulación de “fuerza neta” que simula la actividad de “estira y afloja” las y los alumnos mencionaron que “si hay más personas en un lado de la cuerda que del otro entonces ganará el lado que tenga más personas (más masa hay mayor resistencia)”.

Todas estas hipótesis mencionadas fueron desarrolladas antes de poder actuar con el simulador PhET, y desarrolladas a partir de su experiencia y conocimientos adquiridos durante la intervención. Así mismo, la utilización de lenguaje científico fue más presente y no casi nulo como en las primeras sesiones, donde solo se basaban en ejemplos para poder explicar un concepto o un fenómeno.

Figura 17. Proyección de la simulación “Fuerzas y movimiento: intro”



Fuente: elaboración propia.

Sesión 5 (28 de enero del 2025):

En este contexto, se procedió a aplicar el postest en la sesión 5 la cual es la última etapa del modelo ADDIE, que corresponde a la **“Evaluación”**. Es relevante señalar que la duración de este en comparación con el pretest, se redujo por 30 minutos, es decir, el postest tuvo una duración en promedio de una hora máximo. Esto es resaltable al considerar que era la misma evaluación.

Otra situación es que las inseguridades e inquietudes que se presentaron durante el pretest fueron mínimas en esta prueba final, además de que se desarrollaron con mayor confianza. Los resultados de esta evaluación son mostrados en el siguiente apartado.

3.3.5 Evaluación

Esta última fase permitió evidenciar el impacto de la intervención didáctica en el proceso de construcción del concepto de fuerza por parte del alumnado. Para ello fue aplicada una prueba final identificada como postest, la cual cuenta exactamente con los mismos reactivos y categorizados de la misma manera que la prueba diagnóstica (pretest).

Este instrumento fue aplicado en la quinta sesión. Aunque participaron 18 estudiantes, tal como se mencionó anteriormente, únicamente aquellas y aquellos que recibieron la intervención de manera ininterrumpida se consideraron (que fueron 13 estudiantes). La comparación de respuestas obtenidas en el pretest y el postest, permitió analizar el proceso de desarrollo de las respuestas del estudiantado.

Los datos que se muestran en la Tabla 10, presentan los resultados obtenidos en el postest, en donde las respuestas fueron categorizadas como en la prueba anterior

y las cuales experimentaron un avance significativo en comparación con los resultados obtenidos en el pretest.

Tabla 10. Respuestas obtenidas en el postest (Final)

Pregunta	Respuestas				Total de respuestas
	Correctas (Categoría 1)	Parcialmente correctas (Categoría 2)	Incorrectas (Categoría 3)	No respuesta (Categoría 4)	
Pregunta 1	2	11	0	0	13
Pregunta 2	6	7	0	0	13
Pregunta 3	7	6	0	0	13
Pregunta 4	7	4	2	0	13
Pregunta 5	10	0	3	0	13
Pregunta 6	9	3	1	0	13
Pregunta 7	3	10	0	0	13
Pregunta 8	1	12	0	0	13
Total	45	53	6	0	104

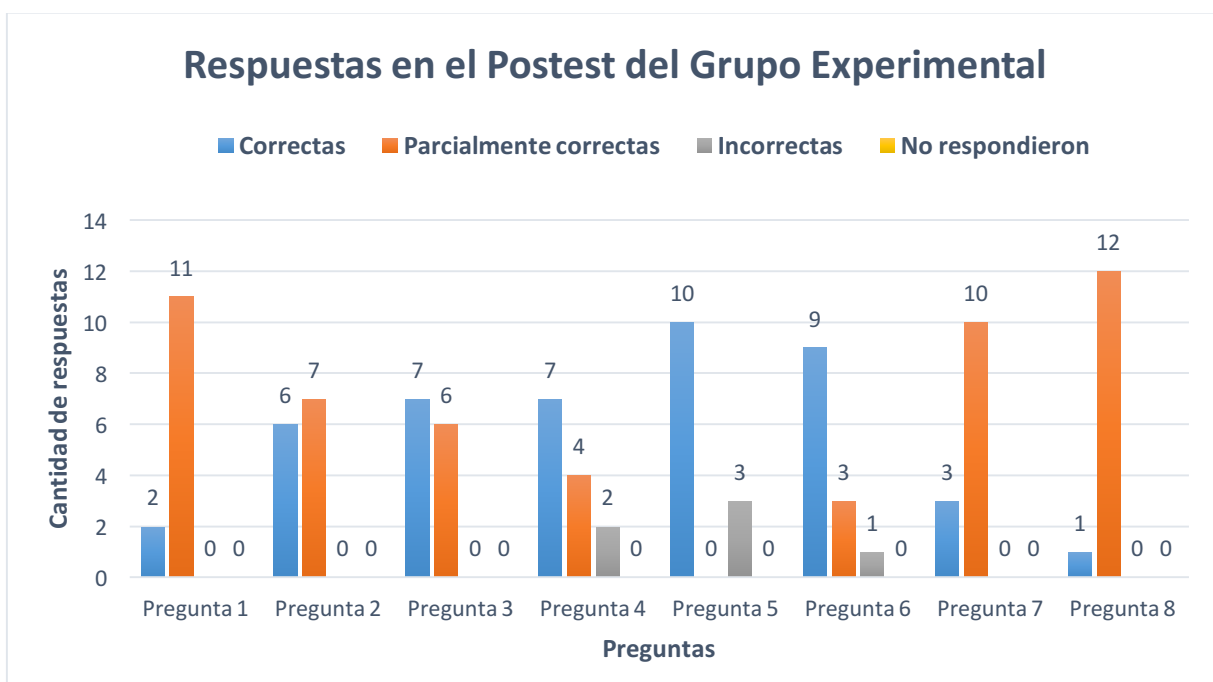
Fuente: elaboración propia.

Lo anterior se proyecta visualmente en el Gráfico 2, en el cual se nota una clara presencia de los colores azul y naranja, que representan las categorías 1 y 2 respectivamente, y donde además se muestra una nula presencia de respuestas con categoría 4 y una baja en la cantidad de respuestas incorrectas (categoría 3), al tener esta etiqueta solo 6 respuestas de las 104.

Este escenario manifiesta un avance significativo en el desarrollo de las respuestas y del aprendizaje general del grupo, ya que con estos resultados se puede inferir en principio, que el estudiantado fue capaz de comprender y responder de acuerdo a conceptos adquiridos durante la práctica, y asimismo situar sus respuestas en las categorías esperadas.

A continuación, se exponen en el Gráfico 2 los resultados de la Tabla 10 como apoyo visual a los mismos, y descritos previamente:

Gráfico 2. Respuestas en el Postest



Fuente: elaboración propia.

Con la Tabla 10 y el Gráfico 2, se concluye que se logró un progreso, esto debido al aumento de respuestas correctas, y un decremento de las respuestas con categoría 2, 3 y 4. Las respuestas correctas pasaron de tener un 15.4% de presencia a tener un 43.3%, las parcialmente correctas pasaron de 59.6% a 51%, las incorrectas de 23% a 5.8% y las no contestadas de 1.9% a 0%.

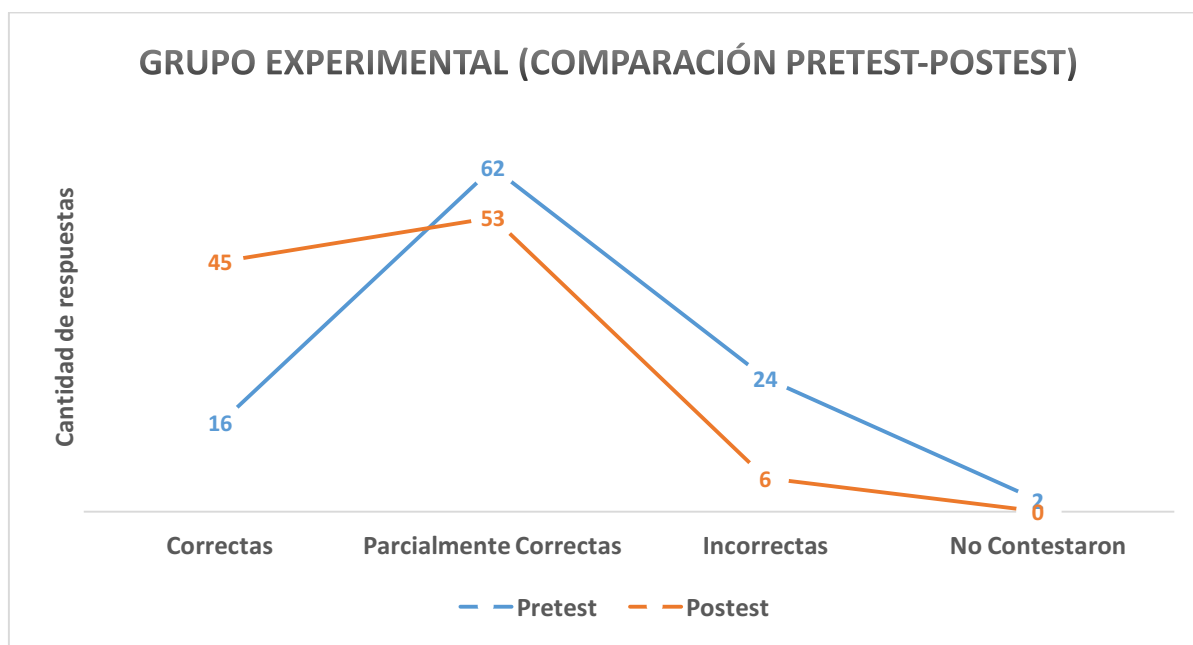
Al tener en cuenta que el postest no fue realizado el mismo día que el pretest, las contestaciones tendieron a proyectar lo esperado, la disminución de respuestas incorrectas y el posicionamiento de las categorías 1 y 2 demostraron un desarrollo significativo.

Un dato relevante de la Tabla 10 es que en la pregunta 2 (referente a la definición del concepto de fuerza) cerca de la mitad de la muestra pudo dar una definición adecuada sobre el concepto de fuerza, en esta pregunta se obtuvieron contestaciones como: *“es una acción que genera movimiento y cambio de posición, como empujar un carro”* (B.02), *“la fuerza es una acción que provoca el movimiento y que se detengan las cosas, o que también se deformen, como patear un balón”* (B.13). Lo anterior es un gran avance ya que, en el pretest, nadie pudo dar ni un intento de definición.

Con este tipo de respuestas, las cuales también incluyeron un lenguaje científico, es claro que se generó una transformación en la forma en la que el estudiantado percibía el concepto de fuerza después de la intervención, la comparativa entre los resultados antes y después de esta, se muestra en el Gráfico 3. Este gráfico muestra el avance del alumnado del tercer grado, que en principio proyectaban una tendencia a las respuestas parcialmente correctas e incorrectas, lo cual es comprensible ya que ninguna y ningún estudiante del grupo había interactuado hasta el momento antes de la intervención con el concepto de fuerza de manera formal.

Por lo que sus conocimientos previos fueron muy similares, pero esta tendencia fue modificada finalmente por la naturaleza de la intervención, la cual propició una clara mejora en las respuestas y en donde predominaron las categorías 1 y 2 tal como se muestra a continuación.

Gráfico 3. Comparación de resultados del pretest y postest



Fuente: elaboración propia.

Tras haber presentado los resultados generales del grupo, a continuación, se muestran los resultados obtenidos por cada estudiante de manera individual (Tabla 11 y 12), en donde se pueden comparar sus respuestas antes y después de la intervención. Esta comparativa permite evidenciar el progreso del alumnado y no se enfoca solamente en las tendencias globales.

En estas tablas, se aprecia una réplica de lo observado en las respuestas generales del grupo, se presencia una mejora significativa debido al incremento de respuestas etiquetadas en categoría 1 y 2, así como el descenso de las categorías 3 y 4. Este comportamiento refuerza la conclusión de que la intervención no solo generó una mejora grupal, sino que propició un avance significativo en el desempeño individual.

Tabla 11. Respuestas en Pretest de cada estudiante

Clave de estudiante	Respuestas del Pretest			
	Cat.1	Cat.2	Cat.3	Cat.4
B.02	1	3	4	0
B.04	1	3	4	0
B.05	1	6	1	0
B.06	0	6	2	0
B.07	1	6	1	0
B.08	2	3	3	0
B.10	2	5	1	0
B.12	2	4	1	1
B.13	1	4	3	0
B.16	0	7	1	0
B.18	3	2	3	0
B.22	1	7	0	0
B.24	1	6	0	1

Fuente: elaboración propia.

Tabla 12. Respuestas en Posttest de cada estudiante

Clave	Respuestas del Posttest			
	Cat.1	Cat.2	Cat.3	Cat.4
B.02	2	5	1	0
B.04	1	4	3	0
B.05	3	4	1	0
B.06	1	6	1	0
B.07	3	5	0	0
B.08	4	4	0	0
B.10	4	4	0	0
B.12	5	3	0	0
B.13	7	1	0	0
B.16	4	4	0	0
B.18	5	3	0	0
B.22	4	4	0	0
B.24	2	6	0	0

Fuente: elaboración propia.

Los resultados obtenidos en el postest, permiten inferir que la intervención fue efectiva para favorecer la construcción del concepto de fuerza en este grupo de estudiantes de tercer grado de primaria, fue pertinente y funcional dentro de este contexto escolar, al permitir un desarrollo en las respuestas, así como en la resolución de hipótesis, lo que acercó al alumnado a un pensamiento más racional y próximo al conocimiento científico.

No obstante, tras haber analizado las respuestas y encontrar un avance significativo en las mismas, el proceso también arrojó oportunidades para la mejora continua. En primer lugar, se debe señalar que existieron algunos descensos puntuales en ciertas preguntas, lo cual sugiere actuar de una manera más consistente en cuanto a la retroalimentación, así como en el ajuste del diseño de algunas actividades para reforzar conceptos que pudieron quedar poco consolidados.

Así también, se requiere incluir espacios de metacognición más estructurados, en donde el estudiantado exprese de manera explícita sus aprendizajes, cómo es que los adquirieron y si presentan dudas respecto al contenido. Esta dinámica pudiese facilitar una comprensión más profunda y duradera de los contenidos abordados.

Por otro lado, los resultados del postest permiten afirmar que la intervención cumplió con los objetivos de formación. Lo anterior se sustenta al considerar que las sesiones se distribuyeron en cinco jornadas, y que el postest se aplicó en la última sesión, lo que evidencia una mejora significativa en un lapso temporal limitado. Este análisis se produce de forma más específica en la siguiente sección, en donde se considera un modelo de niveles de pensamiento para ubicar la posición antes y después de la intervención del alumnado, con base en las Tablas 11 y 12.

3.3.6 Análisis de resultados

A raíz de lo anterior, y en orden a alcanzar el objetivo del estudio, surge la interrogante de ¿cuál es el progreso del grupo?, y es que, el proceso de enseñanza aprendizaje de la física, particularmente en conceptos abstractos como la fuerza, requiere de un enfoque que permita mapear el desarrollo conceptual de las y los estudiantes que varía desde una comprensión superficial hasta una apropiación profunda de este concepto.

Es por ello, que el “*modelo de niveles del pensamiento*” desarrollado por Pérez (2021), adaptado a este contexto se presenta como una herramienta que permite caracterizar el estado del conocimiento del estudiantado en función del tipo de razonamiento empleado. Este modelo propone tres niveles de conocimiento: *nocional*, *conceptual* y *formal*.

El **nivel nocional** posee la característica de que es de tipo descriptivo, predomina el uso de recursos epistemológicos; es decir, en este el alumnado recurre a los hechos con base en su experiencia, lo que hace que las explicaciones presenten errores por estar basadas únicamente en conocimientos informales y creencias populares.

Por otro lado, en el **nivel conceptual**, se observa un manejo más adecuado de los conceptos científicos, pero no se exime la posibilidad de que existan aún ciertos errores o explicaciones incompletas. En cuanto al **nivel formal**, este es un nivel donde los recursos conceptuales están aplicados de manera consciente para la construcción de nuevos significados y explicaciones rigurosas y fundamentadas en las teorías científicas.

Pérez también propone caracterizaciones de los niveles a través de secuencias de respuestas, mismas que siguen las características descritas en los dos párrafos

anteriores. Al adaptar estos criterios al contexto y las categorías utilizadas en este proyecto se obtiene lo siguiente.

Para identificar un **nivel nocional** se requiere que predominen las respuestas incorrectas (Cat. 3 y 4) o parcialmente correctas (Cat. 2), pero que sea casi nula la presencia de las respuestas correctas (Cat. 1). El **nivel conceptual** solicita un balance entre las respuestas correctas (Cat. 1) y parcialmente correctas (Cat. 2), con pocas respuestas incorrectas (Cat. 3 y 4). Y en el **nivel formal** predominan respuestas correctas (Cat. 1), pocas o ninguna respuesta incorrecta (Cat. 3 y 4) o parcialmente correcta (Cat. 2).

A partir de los datos mostrados en la Tabla 8, proyectados en el Gráfico 1, además del análisis de respuestas individuales, se obtiene que tanto las y los discentes en el pretest mostraron una comprensión limitada del concepto de fuerza, sus tipos de respuestas basadas en intuiciones informales y conceptos provenientes de la experiencia fue lo que los posicionó en el **nivel nocional**.

Lo anterior es debido a que, como ya se hizo mención, el alumnado presenta preconcepciones similares, dado a su nulo acercamiento formal con el concepto tratado. Por lo que era de esperarse que las respuestas en el pretest, se posicionaran en este nivel.

En contraposición a esto, los resultados del postest revelan importantes avances en el grupo en general. Después de la intervención, se logró un avance considerable hacia el **nivel conceptual** e incluso alcanzaron algunas y algunos de los estudiantes el **nivel formal**.

Las actividades experimentales, combinadas con la proyección del simulador PhET, así como el número de sesiones significativas, permitieron una dinámica más

activa por parte del estudiantado, el enfoque práctico y digital brindó la oportunidad de vincular la teoría con la práctica, impulsó un empleo más consciente de los recursos conceptuales y optimizó la calidad de las explicaciones.

El análisis de los resultados en relación con los niveles de pensamiento propuestos por Pérez, resalta la importancia de las metodologías activas en el proceso de enseñanza-aprendizaje del concepto de fuerza. El grupo, mostró un avance considerable al evidenciar en algunos casos el nivel formal de pensamiento.

Las experiencias y preconcepciones fueron reforzadas y se les dio sentido gracias a las actividades prácticas, facilitaron la comprensión del concepto y esto favoreció la apropiación del mismo. Esta metodología permitió a las y los estudiantes ser protagonistas y constructores de su propio conocimiento, generó herramientas cognitivas adecuadas para fabricar respuestas científicas con recursos conceptuales y fundamentadas.

Finalmente, los hallazgos de la investigación permitieron identificar tendencias importantes en los procesos de aprendizaje cuando son empleadas estrategias que están respaldadas por la aplicación de actividades experimentales complementadas por simuladores.

Si bien, esta investigación cuenta con ciertas limitaciones, los resultados ofrecen información valiosa que puede ser considerada para fortalecer las prácticas de enseñanza de conceptos científicos en la educación primaria. La secuencia didáctica aplicada en este proyecto puede ser base y punto de partida para futuras propuestas pedagógicas que involucren prácticas activas, contextualizadas y sostenibles en condiciones escolares reales.

CONCLUSIONES

El presente trabajo tuvo como propósito principal promover la interpretación del concepto de fuerza a través de prácticas experimentales y el uso del recurso educativo PhET en estudiantes de tercer grado de primaria en la Escuela Miguel Hidalgo, Hacienda Nueva, Morelos Zacatecas.

Para poder desarrollar este objetivo, se propuso una manera de exponer el tema científico y analizar los resultados obtenidos. Esta manera se basó enteramente en emplear el modelo ADDIE apoyado por actividades experimentales junto al simulador PhET. Además de esto, se hizo uso de un diario de campo, del cual en conjunto a los resultados se pudieron extraer múltiples aprendizajes y reflexiones que responden al objetivo general.

Los objetivos específicos fueron cumplidos. Para el caso del primero: Analizar el proyecto educativo de la Nueva Escuela Mexicana (NEM), este fue abordado principalmente en el Capítulo I. Aquí se expuso que la NEM impulsa una visión pedagógica centrada en el aprendizaje significativo, el pensamiento crítico y el aprendizaje basado en proyectos con el fin de desarrollar habilidades científicas desde edades tempranas.

En el mismo capítulo, se analizaron también las temáticas científicas que se abordan en el tercer grado de primaria. Aquí se evidencia la presencia del tema de fuerza, el cual es tratado como principal concepto en este proyecto. Lo que propone la entrada del segundo capítulo cuyo objetivo específico es exponer la importancia del uso de actividades experimentales y el simulador PhET, en el proceso de enseñanza-aprendizaje de conceptos físicos en estudiantes de primaria.

Al identificar las ventajas que ofrecen las estrategias para procesos de enseñanza-aprendizaje se permite proseguir con la aplicación de la intervención, que es lo que se estudia en el tercer capítulo con el objetivo de describir el proceso de aprendizaje del concepto de fuerza al implementar las actividades experimentales y el simulador PhET en un grupo del tercer grado de primaria.

Al concluir con los capítulos, la hipótesis de esta investigación (a través de actividades experimentales y el recurso educativo digital PhET se promueve la construcción del concepto de fuerza en un grupo de nivel básico, específicamente en el grupo del tercero B de la Escuela Primaria Miguel Hidalgo, en Hacienda Nueva, Morelos Zacatecas) fue aprobada, debido a que los resultados obtenidos fueron lo esperado y aportaron evidencia puntual según el objetivo general de este proyecto.

El grupo de tercero “B”, quien trabajó con actividades prácticas y el simulador, logró avances notables, esto reflejado en el incremento de las respuestas correctas (categoría 1) en la comparación antes y después de la intervención, así como una disminución significativa en las respuestas incorrectas (categoría 3).

Además, el diario de campo permitió registrar aspectos cualitativos del proceso, tales como el comportamiento general del grupo, el cual fue de alta participación, entusiasmo, curiosidad y colaboración entre las y los integrantes del grupo. Estos elementos contribuyeron al ambiente propicio para el aprendizaje significativo.

Un aspecto clave en estos resultados es la temporalidad y las condiciones específicas de la intervención, que si bien, promovieron el cambio conceptual, también propiciaron variables contextuales que limitan la generalización de los hallazgos. No obstante, los resultados sugieren que el uso de actividades experimentales en conjunto

con la simulación, generan un ambiente adecuado para la apropiación de conceptos científicos en estudiantes de educación básica.

Es importante enfatizar que esta investigación no pretende establecer una estrategia superior sobre otra, sino más bien la pertinencia de incorporar actividades experimentales, así como el uso de RED en la enseñanza de este concepto científico en nivel primaria.

El grupo, participó en sesiones prolongadas, donde ellos y ellas fueron los protagonistas del proceso, se les permitió e invitó a formular hipótesis y comprobarlas, manipular objetos y observar los efectos de la fuerza tanto dentro como fuera del aula, como en el simulador. Esta estrategia implementada fue favorable y provocó los resultados esperados.

La intervención propició que el estudiantado construyera su conocimiento en un ambiente de aprendizaje más ameno y rico, puesto que, las propuestas de cada estudiante hacían que la situación se tornara más dinámica y más emocionante. La motivación fue notablemente superior, y esto fue reflejado en los datos obtenidos en el postest, así como en su actitud frente a las actividades.

Una de las preguntas que emergen del análisis de los resultados es: ¿por qué en ciertas prácticas donde el estudiantado adquiere un rol pasivo en su aprendizaje, este no logra alcanzar un nivel de pensamiento formal tras la enseñanza de conceptos científicos como el de fuerza?, y es que esta es una cuestión muy real ya que incluso es una inquietud que presenta el directivo de la institución, así como las y los docentes.

Parte de la respuesta se encuentra en las observaciones registradas en el diario de campo, donde se evidenció, que aquellas prácticas unidireccionales, donde las y los estudiantes adoptan un rol pasivo, solamente limitan al estudiantado a escuchar e

intentar memorizar conceptos nuevos, sin un involucramiento activo con los mismos, y por ende tampoco se desarrolla una construcción activa del conocimiento. Una realidad que, en el ejercicio docente cotidiano, es muy recurrente.

A través de la intervención desarrollada, se reconoce que la extensión temporal de las sesiones y la variedad de recursos educativos aplicados, ofrecieron una experiencia de aprendizaje más nutrida y significativa. En este contexto, se fomentó la participación activa mediante la manipulación de los objetos, la observación y comprobación de supuestos, la realización de actividades contextualizadas y la interacción con el simulador. Estas estrategias promovieron conexiones cognitivas más profundas, duraderas y significativas.

A pesar de que la intervención con el grupo de estudio permitió un desarrollo más amplio del concepto de fuerza (apoyado por las actividades experimentales y el refuerzo del simulador PhET), esto trajo consigo también algunas limitaciones metodológicas que deben ser tomadas en cuenta para una mejor interpretación de los resultados.

Como al momento es bien sabido, la duración de la intervención fue generosa, no obstante, esta extensión temporal benefició a la investigación, pero también presentó algunos factores que afectaron la dinámica de trabajo. Entre estos factores destacan: la asistencia irregular del estudiantado, así como el estado anímico y de salud, además de algunas situaciones externas al proyecto.

Además del tiempo, la muestra considerada no fue lo que se esperaba inicialmente, no obstante, como ya se ha mencionado a pesar de la limitación, es de alto valor el considerar únicamente al estudiantado que permaneció constante en su participación,

ya que esta fue ininterrumpida tras un progreso de construcción continuo, y se pudo generar un cambio conceptual como se buscaba.

Adicional a esto, algunos aspectos logísticos con relación a la preparación de los recursos didácticos implementados, el montaje de los escenarios, la solicitud del equipo tecnológico y espacios para la realización de las actividades, así como los desplazamientos, organización y cuidado del alumnado, reorganización del mobiliario escolar resultaron en una dedicación considerable de tiempo.

Estas acciones, aunque fueron necesarias y resultaron ser efectivas para el desarrollo de la intervención, también provocaron que el ritmo de trabajo se viera afectado y que la duración de las actividades se extendiera más de lo planeado, lo que fue un problema, debido a que, aunque no se haya establecido una fecha límite, era fundamental respetar los tiempos previstos para no comprometer la labor docente ni las siguientes etapas del proceso.

Este tipo de limitaciones comprometen directamente la generalización de resultados, por lo que estos deben ser considerados como hallazgos de carácter exploratorio que aportan conocimiento valioso sobre los procesos de aprendizaje en contextos reales.

Si bien, estas limitaciones condicionan la interpretación de los datos, no disminuyen su relevancia ni su utilidad para el diseño, ajuste y aplicación de estrategias didácticas. En este sentido, los resultados obtenidos pueden servir como base y orientar futuras investigaciones aplicadas en ambientes educativos similares.

Por su parte, los resultados refuerzan lo planteado en teorías como el constructivismo, donde el aprendizaje no es únicamente recibir información, sino

construirla y aprender a través de la experiencia, el error y la reflexión. Aunque esto pueda conllevar la necesidad de más tiempo para la realización de actividades.

Si bien, el propósito no era que se alcanzara una conceptualización completamente científica de la fuerza, se planteó como meta que el estudiantado fuera capaz de interpretar y definir además de describir fenómenos físicos relacionados con este concepto.

Lo anterior fue logrado y demostrado, ya que las y los estudiantes del grupo de tercero, en su mayoría lograron pasar de tener un nivel de conocimiento nocional a uno conceptual con presencia significativa del nivel formal, en donde sus explicaciones fueron más coherentes y fundamentadas, y en donde también se presencié un lenguaje científico que antes no había sido mostrado, aunque para ello se haya requerido de mayor cantidad de tiempo.

Esta tesis, muestra que la enseñanza de las ciencias en primaria puede ser apoyada y enriquecida significativamente con estrategias activas e interactivas. Además de que las actividades no deben ser elaboradas con materiales difíciles de conseguir, y esto favoreció no únicamente la comprensión del concepto de fuerza, sino también la disposición hacia el aprendizaje y la colaboración.

Este proyecto aporta una propuesta metodológica replicable, misma que puede adaptarse a un entorno con más carencias o contextos educativos diferentes al que se presentó, además de ser aplicada a otros conceptos del área de ciencia, otros conceptos abstractos que son abordados en nivel primaria.

Como líneas futuras de investigación se puede centrar la atención en:

- Grados más altos y en conceptos más complejos, con el propósito de explorar si la metodología aplicada es efectiva en niveles mayores de abstracción y cómo es que puede adaptarse para favorecer el aprendizaje significativo en este escenario.
- En la línea de esta investigación, evaluar si los aprendizajes logrados se sostienen a largo plazo, a fin de analizar la retención del conocimiento tras la intervención y así valorar con más rigidez a las mismas.
- Capacitar a más docentes para el uso efectivo de simuladores como PhET, con el fin de promover la adaptación a las nuevas generaciones y a las nuevas herramientas educativas, para la integridad pedagógica de estas, así como mejorar la comprensión de fenómenos físicos sin necesidad de salir del aula.
- Explorar cómo el enfoque conectivista influye en el aprendizaje de ciencias mediante RED, en estudiantes de educación primaria, con el fin de comprender cómo se construye el conocimiento a través de recursos digitales.

Por otro lado, con base en los hallazgos, es recomendado que las y los docentes integren sencillas actividades experimentales y el uso de simuladores con el propósito de que el estudiantado explore fenómenos naturales y complemente la experiencia con apoyo en la experimentación virtual.

Por lo que para apoyar la implementación de este tipo de estrategias se sugiere desarrollar guías prácticas para la práctica docente, que incluyan:

- Actividades experimentales prácticas para ser fácilmente aplicadas dentro del aula.

- Expertos orientadores para el uso del simulador PhET, con indicaciones sobre cómo integrar al currículo.
- Recomendaciones/propuestas para programar las evaluaciones en distintos momentos, con la finalidad de validar y valorarla retención a corto, mediano y largo plazo.

Finalmente, como cierre, esta tesis no solo aportó conocimiento académico, sino que un profundo aprendizaje y reflexión personal y profesional. Al atestiguar el entusiasmo, la curiosidad del alumnado, la motivación y el interés en las ciencias, se recapacitó sobre la labor docente en estos grados académicos, y es que es imperativo, que en estas edades se promueva el amor por las ciencias, que se le permita participar a la o el estudiante y que se le motive a cometer errores, pero también a que tenga las herramientas para resolverlos.

Se les debe de dar la oportunidad de explorar, construir y preguntar, y más en tópicos científicos que van más allá de una explicación teórica. Se deben sembrar preguntas, despertar interés y formar pensamientos críticos desde edades tempranas. Las ciencias duras, no son únicamente teoría, son práctica, son experiencia, y al ser humanos, tenemos la capacidad de experimentar y desarrollar un aprendizaje a partir de esta acción. Es fundamental eliminar el temor a la duda y revalorizarla como un paso legítimo en la construcción del conocimiento.

REFERENCIAS

- Andrade, R. (2008). El enfoque por competencias en educación. *Ide@s CONCYTEG*. Vol.3 Núm. 39, pp.53-64. Recuperado de: https://biblioteca.marco.edu.mx/files/EL_ENFOQUE_POR_COMPETENCIAS_EN_EDUCACION.pdf
- Aprende en casa (2020, abril 19). Aprende en Casa SEP. Youtube Recuperado de: <https://www.youtube.com/@aprendeencasa>
- Araújo, E. S., Nascimento, J. L. B., Silva, J. C., & Andrade, C. F. (2021). O uso de simuladores virtuais educacionais e as possibilidades do PhET para a aprendizagem de Física no Ensino Fundamental. *Revista De Ensino De Ciências E Matemática*, Vol.12, Núm.3, pp.1–25. <https://doi.org/10.26843/rencima.v12n3a22>
- Arteaga, E., Armada, L., & Del Sol, J. L. (2016). La enseñanza de las ciencias en el nuevo milenio. *Retos y sugerencias. Revista Universidad y Sociedad*. Vol.8, Núm.1, pp.169-176. Recuperado de <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v8n1/rus24116.pdf>
- Atlas.ti. (s.f.). Método de muestreo por conveniencia en la investigación. Recuperado de: https://atlasti.com/es/research-hub/muestreo-de-conveniencia?utm_source=chatgpt.com
- Cabrera, L. (2021). Prácticas experimentales como herramienta de apoyo en la educación a distancia. *Universidad Iberoamericana Puebla. Repositorio Institucional*. 12º Coloquio. Recuperado de: https://repositorio.iberopuebla.mx/bitstream/handle/20.500.11777/4948/PIT_C_ABRERA_Lucia_CC.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Calero, M., & Conti, M. (2009). El diario de campo. Una herramienta de investigación educativa utilizada en el aula multigrado. *QUEHACER EDUCATIVO*. pp. 75-77.
- Callisaya, I. R. (2020). Estrategias de enseñanza – aprendizaje . *Apthapi*, Vol.6, Núm.1, pp.1879–1891. Recuperado a partir de <https://apthapi.umsa.bo/index.php/ATP/article/view/55>
- Castellano, T. & Santacruz, L. P. (2018). EnseñAPP: Aplicación Educativa de Realidad Aumentada para el Primer ciclo de Educación Primaria. *Revista Iberoamericana De Tecnología En Educación Y Educación En Tecnología*, Vol.21, Núm.1, pp. 7-14. DOI:<https://doi.org/10.24215/18509959.21.e01>

- Castillo, G., & Jiménez, J. (2019). Las teorías de aprendizaje, bajo la lupa TIC. *Acción Y Reflexión Educativa*. Núm.44, pp.144–158. Recuperado a partir de https://revistas.up.ac.pa/index.php/accion_reflexion_educativa/article/view/693
- Centro Nacional de Desarrollo Curricular en Sistemas No Propietarios (CEDEC). (2020). Evaluación de Herramientas de Edición de REA: Modelo ALMS. Recuperado de: <https://cedec.intef.es/evaluacion-de-herramientas-de-edicion-de-rea-modelo-alms/>
- Clement, J. (1982). Students preconceptions in introductory mechanics. *American Journal of Physics*, Vol.50, pp.66-71 Recuperado: https://people.umass.edu/~clement/pdf/students_preconceptions_in_introductory_mechanics.pdf
- Colombia aprende. (13 de agosto del 2021). ¿Qué son los recursos educativos digitales y cuáles son sus ventajas? [Texto]. Recuperado de: <https://www.colombiaaprende.edu.co/agenda/actualidad/recursos-educativos-digitales-usos-y-ventajas>
- Collazos, H. F. (2019). *Diseño e implementación de una metodología para el proceso de enseñanza aprendizaje de la física asistido por simulación para mejorar el grado de satisfacción de los estudiantes hacia el aprendizaje*. [Tesis de maestría]. Manizales, Colombia: Universidad Nacional de Colombia Recuperado de: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/76896/75105176.2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Comisión Nacional para la Mejora Continua de la Educación. (21 de septiembre del 2023). Los nuevos Libros de Texto Gratuitos (LTG) vinculan el aprendizaje de las y los estudiantes con su realidad: Mejoredu. [Texto]. Recuperado de: <https://www.gob.mx/mejoredu/prensa/los-nuevos-libros-de-texto-gratuitos-ltg-vinculan-el-aprendizaje-de-las-y-los-estudiantes-con-su-realidad-mejoredu-345790?idiom=es>
- Creative Commons (CC). (2019). About CC Licenses. Recuperado de: <https://creativecommons.org/share-your-work/cclicenses/>
- Delgado, K., & De la Peña, G. (2023). El uso de juegos en línea y el aprendizaje significativo en escolares de la educación general básica. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria*. Vol. 5, Núm. 6, pp. 795-813. DOI: <https://doi.org/10.59169/pentaciencias.v5i6.892>
- Dewey, J. (1986). Experience and Education. *The Educational Forum*. Vol.50, Núm.3, pp. 241-252. DOI: 10.1080/00131728609335764
- Diario Oficial de la Federación (DOF). (2003). Programa Nacional de Educación 2001-2006. [Texto]. Recuperado de:

https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=706001&fecha=15/01/2003#gsc.tab=b=0

- Diario Oficial de la Federación (DOF). (2017). Modelo Educativo para la Educación Obligatoria. [Texto]. Recuperado de: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5488338&fecha=28/06/2017#gsc.tab=0
- Díaz, F. & Hernández, G. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*. (primera edición). México: McGraw-Hill.
- Díaz, F. & Hernández, G. (2004). Estrategias para el Aprendizaje Significativo: Fundamentos, adquisición y modelos de intervención. (2da Eds.). En Díaz Barriga, F., Hernández Rojas, G. *Estrategias Docentes para un Aprendizaje Significativo: Una interpretación constructivista*. (pp. 231-268). México: McGraw-Hill. Recuperado de: https://dfa.edomex.gob.mx/sites/dfa.edomex.gob.mx/files/files/2_%20estrategias-docentes-para-un-aprendizaje-significativo.pdf
- Díaz, J.E. (2017). Importancia de la simulación Phet en la enseñanza y el aprendizaje de fracciones equivalentes. *Revista Educación y Desarrollo Social*, Vol. 11, Núm.1, pp.48-63. DOI: [org/10.18359/reds.2011](http://dx.doi.org/10.18359/reds.2011)
- Durán, D. (2019). *Actitud de los estudiantes hacia la física con la implementación del uso de simuladores de fenómenos físicos en clases*. [Tesis de maestría]. Nuevo León, México: Universidad de Monterrey. Recuperado de: <https://dspace.um.edu.mx/handle/20.500.11972/1067>
- Eguren, M., de Belaunde, C., González, N. (2005). *Recursos desarticulados El uso de textos en la escuela pública*. (pp. 26). Lima: Instituto de Estudios Peruanos. Recuperado de: https://repositorio.iep.org.pe/bitstream/handle/IEP/1010/Eguren_Recursos-desarticulados.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Embajada de México en España (EmbaMex). (17 de diciembre del 2021). Educación en México. Recuperado de: <https://embamex.sre.gob.mx/espana/index.php/cooperacion-y-educacion/cooperacion-academica-y-educativa/estructura-educativa/mexico>
- Espino, P., Olaguez, E., Davizón, Y. & Said, A.. (2020). Uso de simuladores computacionales y prototipos experimentales orientados al aprendizaje de circuitos eléctricos en alumnos de educación básica. *DYNA New Technologies*. Vol.7, no.1 DOI: <http://dx.doi.org/10.6036/NT9673>. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/341156406_USO_DE_SIMULADORES_COMPUTACIONALES_Y_PROTOTIPOS_EXPERIMENTALES_ORIENTADOS_AL_APRENDIZAJE_DE_FENOMENOS_FISICOS_EN_ALUMNOS_DE_EDUCACION_BASICA

- F.T.D. (1918). *Elementos de Física con numerosas aplicaciones*. Barcelona: Librería y Tipografía Católica Pontificia Pino, 5.
- Félix, A., Oyarzabal, J., & Velasco, M. (1985). *Lecciones de Física*. (17 ed.). México: Compañía Editorial Continental.
- Fernandes, I., Pires, D. & Villamañán, R. (2014). Educación científica con enfoque ciencia-tecnología-sociedad-ambiente: construcción de un instrumento de análisis de las directrices curriculares. *Form. Univ. [online]*. Vol. 7. No.5, pp. 23-32. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=373534455004>
- Gámez, J. A. (2020). *Construcción de un Prototipo Mecatrónico y Uso de Simuladores: Alternativa para Fomentar el Aprendizaje de la Física en Estudiantes de Educación Básica*. (Tesis de maestría). Mazatlán, Sinaloa: Universidad Politécnica de Sinaloa. Recuperado de: http://repositorio.upsin.edu.mx/Fragmentos/tesinas/5PN0M3L6Z_8736.pdf
- García, C. C., Ramírez, M. H., & Arriaga, C. A. (2022). ¿Cómo viaja la luz? La actividad experimental para desarrollar competencias científicas en la infancia. *RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación Y El Desarrollo Educativo*, Vol.13, Núm.25. DOI:<https://doi.org/10.23913/ride.v13i25.1252>. Recuperado de: <https://www.scielo.org.mx/pdf/ride/v13n25/2007-7467-ride-13-25-e011.pdf>
- García, J.J. & Cañal, P. (1995). ¿Cómo enseñar? Hacia una definición de las estrategias de enseñanza por investigación. *Revista investigación en la Escuela*, No.25, pp.5-16. Recuperado de: <https://idus.us.es/handle/11441/59627>
- García, M., Lewenstein, B., Michel, B. & Esparza, V. (2020). Los talleres de ciencia recreativa y la retroalimentación acción-reflexión. *JCOMAL*. Vol.3, Núm.2. pp.1-23. Recuperado de: <https://doi.org/10.22323/3.03010802>
- García, A., & Moreno, Y. (2020). La experimentación de las ciencias naturales y su importancia en la formación de los estudiantes de básica primaria. *Bio-grafía*. Vol. 13. Núm. 24, pp. 149-158.
- Gobierno de Canarias. (s.f.). Recursos Educativos Abiertos Digitales. Física. Recuperado de: <https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoescuela/recursosdigitales/tag/fisica/>
- Gobierno de México (2017). Archivo General de la Nación recuerda la creación de la SEP con José Vasconcelos. [Texto]. Recuperado de: <https://www.gob.mx/agn/articulos/agnrecuerda-la-creacion-de-la-sep-con-jose-vasconcelos?idiom=es>

- Gobierno de México. (27 de marzo del 2020) *La Nueva Escuela Mexicana (NEM) 2023-2024*. [Texto]. Recuperado de: <https://gobmx.org/nueva-escuela-mexicana/>
- Gobierno de México. (29 de septiembre del 2022). Jugando con las fuerzas. Recuperado de: <https://nuevaescuelamexicana.sep.gob.mx/detalle-ficha/29016/>
- Greaves, C. (2001). Política educativa y libros de texto gratuitos. Una polémica en torno al control por la educación. *Revista Mexicana de la Investigación Educativa*, Vol.6, No.2. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/140/14001203.pdf>
- Harlen, W. (2010). Principios y grandes ideas de la educación en ciencias. Association for Science Education. Recuperado de: <http://innovec.org.mx/home/images/Grandes%20Ideas%20de%20la%20Ciencia%20Español%2020112.pdf>
- Harres, J. B. S. (2005). *La física de la fuerza impresa como referente para la evolución de las ideas de los alumnos*. Enseñanza de las Ciencias, Número Extra, VII Congreso, pp.1-5. Recuperado de: <https://core.ac.uk/download/pdf/13301728.pdf>
- Homs, M. I. P. (2001). Orígenes y evolución del concepto de educación no formal. *Revista Española de Pedagogía*, Vol. 59, Núm. 220, pp. 525-544. Recuperado de: <https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/4216/OrigenesYEvolucionDelConceptoDeEducacion.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Humberto, T. (2022). *La implementación didáctica de herramientas tecnológicas para mejorar los aprendizajes en ciencias naturales de los alumnos de tercer grado de educación primaria*. (Tesis de maestría). Zacatecas: Universidad Autónoma de Zacatecas. Recuperado de: <http://ricaxcan.uaz.edu.mx/jspui/handle/20.500.11845/3017>
- Macedo L., Montemayor G., Limón D., Hinojosa V. & Huerta C. (2016). Recursos Educativos: Generalidades para su desarrollo y evaluación. Recuperado de: https://suayed.facmed.unam.mx/wp-content/uploads/2022/03/recursos_educativos_mar29.pdf
- Malgouyres, F. (2014). Descentralización y recentralización educativa en una perspectiva comparada de tres países federales latinoamericanos. *Trace (México, DF)*, Vol. 65, pp.69-80. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-62862014000100006&lng=es&tlng=es

- Moncini, R. & Pirela, W. (2021). Estrategias de enseñanza virtual utilizadas con los alumnos de educación superior para un aprendizaje significativo. *SUMMA. Revista Disciplinaria En Ciencias económicas Y Sociales*, Vol. 3, Núm.1, pp.1-28. Recuperado de: <https://aunarcali.edu.co/revistas/index.php/RDCES/article/view/187>
- Montecé, E., Suárez, E., Vega, M., & Loor, J. (2023). Recursos educativos digitales para la educación universitaria. *RECIMUNDO*. Vol.7, Núm.3, pp.152-163. Recuperado de: [https://doi.org/10.26820/recimundo/7.\(3\).sep.2023.152-163](https://doi.org/10.26820/recimundo/7.(3).sep.2023.152-163)
- Morales, P. (2012). *Elaboración de material didáctico*. México: Red Tercer Milenio. Recuperado de: <https://aliatuniversidades.com.mx/rtm/index.php/producto/elaboracion-de-material-didactico/>
- Moya, A. (2010). Recursos didácticos en la enseñanza. *Innovación y experiencias educativas*. No. 45, pp. 1-9. Recuperado de: https://archivos.csif.es/archivos/andalucia/ensenanza/revistas/csicsif/revista/pdf/Numero_26/ANTONIA MARIA MOYA MARTINEZ.pdf
- Novak, J. (1987). Misconceptions and educational strategies in science and mathematics. *Proceedings of The Second International Seminar, Cornell University, Ithaca, NY, USA*. Vol. 2. Recuperado de: <https://eric.ed.gov/?id=ED293685>
- Organización de las Naciones Unidas para la educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). (2019). Los Recursos Educativos Abiertos. Recuperado de: <https://www.unesco.org/es/open-educational-resources>
- Paladines, J.J., Fernández, E.J., & Espinoza, E.E..(2021). Exigencias didácticas de la actividad práctico-experimental en las ciencias naturales. *Revista Transdisciplinaria De Estudios Sociales Y Tecnológicos*. Vol. 1, Núm.2, pp. 57-66. DOI: <https://doi.org/10.58594/rtest.v1i2.18>
- Pérez, H. (2000). Dinámica. En Pérez Montiel, H. *Física General*, (pp. 146-227). México: Publicaciones Cultural. Recuperado de: https://www.academia.edu/9981688/Perez_Montiel_Hector_Fisica_General
- Pérez, A. (2021). Modelo de niveles de pensamiento y recursos cognitivos de aprendizaje para la enseñanza de la física. *Revista Enseñanza de la Física*. Vol. 33, Núm. 3, pp. 115-128. DOI: <https://doi.org/10.55767/2451.6007.v33.n3.35999>
- PhET Colorado. (2002). Simulaciones interactivas de ciencias y matemáticas. Recuperado de: <https://phet.colorado.edu/es/>

- Piaget, J. (1950). *The Psychology of Intelligence* (D.E. Berlyne, & M. Piercy, Trans.; 1st ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203164730>
- Pozo, J. I., Gómez, M. A. (1998). Aprendizaje de conceptos científicos: del aprendizaje significativo al cambio conceptual. En Pozo Municio, J. I., Gómez Crespo, M. A. *Aprender y Enseñar Ciencia*. (pp. 84-125). Madrid: Morata. Recuperado de: http://www.terras.edu.ar/biblioteca/6/TA_Pozo_Unidad_3.pdf
- Pro Bueno, A. (2011). Aprender y enseñar con experiencias... y ahora para desarrollar competencias. *Investigación en la Escuela*. Vol. 74, pp. 5-22. Recuperado de: <https://revistascientificas.us.es/index.php/IE/article/view/7001/6188>
- Ramírez M., Celi E., & Lligüín I. (2022). Recursos Educativos Abiertos en el proceso de enseñanza aprendizaje: revisión de la literatura. *International Journal of New Education*. Núm. 9, pp. 175-187. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/361992716_Recursos_educativos_a_biertos_en_el_proceso_de_ensenanza_aprendizaje_revision_de_la_literatura
- Red de Educación Continua de Latinoamérica y Europa (24, agosto, 2021). Recursos educativos digitales: una nueva forma de aprender y consumir contenido. Recuperado de: [https://recla.org/blog/recursos-educativos-digitales-una-nueva-forma-de-aprender-y-consumir-contenido/#:~:text=Algunos%20ejemplos%20de%20recursos%20educativos,q ue%20aprendemos%2C%20enseñamos%20y%20evolucionamos\)](https://recla.org/blog/recursos-educativos-digitales-una-nueva-forma-de-aprender-y-consumir-contenido/#:~:text=Algunos%20ejemplos%20de%20recursos%20educativos,q ue%20aprendemos%2C%20enseñamos%20y%20evolucionamos))
- Reimann, A. (1974). *Física Mecánica y Calor*. Vol. 1. México: Compañía Editorial Continental.
- Resnick, R., Halliday, D., & Krane, K. (2001). *Física Vol.1*. (4 ed.). México: Compañía Editorial Continental.
- Rodríguez, J., Colmenero, M. J. & Ortiz, A. (2017). Las prácticas de Laboratorio como Recurso Didáctico en el desarrollo de tres competencias en Educación Primaria. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*. (Extra), 1049-1056. Recuperado de: <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/335141>
- Rodríguez, D. M., & Romero, A. E.. (2021). La experimentación en básica primaria: alternativa para atender a los desafíos de la educación del siglo XXI. *Tecné, Episteme Y Daxis: TED*. Número extraordinario. Recuperado de: <https://revistas.upn.edu.co/index.php/TED/article/view/15475>
- Rosaría, J. (2006). La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. *Revista Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 24. No. 2. pp. 173-184. Recuperado de: <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/75824>

- Salas, J. T. (2020). *El juego como estrategia para la resolución de problemas que impliquen la multiplicación en cuarto grado de educación primaria*. (Tesis de maestría). Zacatecas: Universidad Autónoma de Zacatecas. Recuperado de: <http://ricaxcan.uaz.edu.mx/jspui/bitstream/20.500.11845/2123/1/TESINA%20FINANCIAL.TAKASHIMI.SALAS.11.10.20.pdf>
- Sampieri, R., Collado, C., & Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. (6 ed.). España: McGraw Hill.
- Secretaría de Educación Pública (SEP). (2016). El modelo educativo 2016. [Texto]. Recuperado de: https://www.sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/8007/1/images/modelo_educativo_2016.pdf
- Secretaría de Educación Pública (SEP). (2017). Modelo educativo para la educación obligatoria. Educación para la libertad y la creatividad. [Texto]. Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/207252/Modelo_Educativo_OK.pdf
- Secretaría de Educación Pública (SEP). (2022). Sugerencias metodológicas para el desarrollo de los proyectos educativos. Ciclo escolar 2022-2023. [Texto]. Recuperado de: https://educacionbasica.sep.gob.mx/wp-content/uploads/2022/12/C3_1-Sugerencias-Metodologicas-proyectos.pdf
- Secretaría de Educación Pública (2023a). Anexo Plan de Estudios para la Educación Preescolar, Primaria y Secundaria 2023. [Texto]. Recuperado de: https://educacionbasica.sep.gob.mx/wp-content/uploads/2023/09/Plan_de_Estudios_para_la_Educacion_Preescolar_Primeria_y_Secundaria.pdf
- Secretaría de Educación Pública (15 de agosto del 2023b). Programas de estudio para la educación Preescolar, Primaria y Secundaria, programas sintéticos de las Fases 2 a 6. [Texto]. Recuperado de: https://www.dof.gob.mx/2023/SEP/ANEXO_ACUERDO_080823_FASES_2_A_6.pdf
- Secretaría de Educación Pública (SEP). (2023c). La Nueva Escuela Mexicana (NEM): orientaciones para padres y comunidad en general. [Texto]. Recuperado de: https://educacionmediasuperior.sep.gob.mx/work/models/sems/Resource/13634/1/images/030623_La%20Nueva%20Escuela%20Mexicana_orientaciones%20para%20padres%20y%20comunidad%20en%20general_COSFAC.pdf
- Serway, R., & Jewett, J. (2015). *Física para ciencias e ingenierías Volumen 1*. (9 ed.). México: Cengage Learning.

- Siemens, G. (2005). Connectivism: A learning theory for the digital age. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*. Vol.2 pp: 1-9
- Sifuentes, R., & Gómez, E. (2024). Diseño instruccional para e-health aplicado a adultos con diabetes mellitus tipo 2 e hipertensión arterial. *Revista digital FILHA*. Vol.19. Núm.30. pp. 1-18. DOI: <https://doi.org/10.60685/filha.v19i30.2260>
- SimuFísica. (2002). Simulaciones en la palma de tu mano. Recuperado de: <https://simufisica.com/es/>
- SRE Embajada de México en Italia. (2012). Pacto por México. [Texto]. Recuperado de: https://embamex.sre.gob.mx/bolivia/images/pdf/REFORMAS/pacto_por_mexico.pdf
- Strike, K., Posner, G. (1985). A Revisionist Theory of Conceptual Change. En Duschl, R., Hamilton, R. (Eds.) *Philosophy of science, Cognitive Psychology and Educational Theory and Practice*. (pp. 147-177). New York: State University of New York Press, Albany.
- Tippens, P. (2011). *Física, conceptos y aplicaciones*. (7 ed.). México: McGrawHill.
- UNESCO (2015). *Guía Básica de Recursos Educativos Abiertos (REA)*. Francia: UNESCO.
- Universidad Internacional de la Rioja (UNIR). (2 de octubre del 2024). La Nueva Escuela Mexicana: qué es y cuáles son sus características más importantes. Recuperado de: <https://mexico.unir.net/noticias/educacion/nueva-escuela-mexicana-que-es-caracteristicas-importantes/>
- Vargas, G. (2020). Estrategias educativas y tecnología digital en el proceso de enseñanza aprendizaje. *Revista Cuadernos*. Vol. 61. No. 1. pp. 114-129. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/345801014_Estrategias_educativas_y_tecnologia_digital_en_el_proceso_ensenanza_aprendizaje
- Vascak. (s.f.). Physics Animations. Recuperado de: <https://www.vascak.cz/physicsanimations.php?l=es>
- Vivas, N. A. (2010). Estrategias de aprendizaje. Góndola. *Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, Vol.5 No.1, pp.27-37. Recuperado de: <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/gdla/article/view/5220>
- Vygotsky, L. (1978). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona: Editorial Crítica.
- Vygotsky, L. (2012). *Thought and Language, revised and expanded edition (A. Kozulin, Trans.) Original work published 1934*. MIT Press.

- Walter Fendt. (2023). Apps de Física. Recuperado de: <https://www.walter-fendt.de/html5/phes/>
- Wiley, D. (3, febrero, 2006). *The Current State of Open Educational Resources*. Recuperado de: <https://opencontent.org/blog/archives/247>
- Young, H., & Freedman, R. (2009). *Física Universitaria Volumen 1*. (12 ed.) México: Pearson Educación.
- Zambrano, R. (2022). *El uso de la Realidad Aumentada como Herramienta de Intervención en una etapa de la Enseñanza de Ciencias Naturales en Inglés*. (Tesis de maestría). Zacatecas: Universidad Autónoma de Zacatecas. Recuperado de: <http://ricaxcan.uaz.edu.mx/jspui/bitstream/20.500.11845/3296/1/Zambrano%20RODRIGUEZ%20Rogelia%20Tesis.pdf>
- Zúñiga, R., Cacha, Y., & Iraola, I. (2023). Uso del Simulador PHET para la Enseñanza – Aprendizaje de una Competencia Matemática en Educación Primaria. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação Iberian Journal of Information Systems and Technologies*, No. E57. Recuperado de: <https://www.proquest.com/openview/79f1543b41abfd2e9baa869082933f3/1?pq-origsite=gscholar&cbl=1006393>
- Zúñiga, M., Rosas, M. V., & Viano, H. J. (2023). Recursos Educativos Digitales Abiertos y Accesibles (REDAA). *Docentes Conectados*. Vol.6, Núm.11, pp.7–23. Recuperado de: <http://revid.unsl.edu.ar/index.php/dc/article/view/221>

ANEXOS

Anexo A. Relación y asignación de claves

Clave	Edad (años)	Sexo
B.01	8	Femenino
B.02	8	Femenino
B.03	8	Masculino
B.04	8	Femenino
B.05	9	Masculino
B.06	8	Masculino
B.07	8	Femenino
B.08	8	Masculino
B.09	8	Masculino
B.10	8	Femenino
B.11	8	Masculino
B.12	8	Masculino
B.13	8	Femenino
B.14	8	Femenino
B.15	8	Masculino
B.16	9	Masculino
B.17	8	Femenino
B.18	8	Femenino
B.19	8	Femenino
B.20	8	Masculino
B.21	9	Femenino
B.22	8	Femenino
B.23	8	Femenino
B.24	8	Masculino

Anexo B. Evaluación de Martínez (2013)

1. Observa el siguiente dibujo y escribe lo que la figura representa para ti.



2. De acuerdo a tus conocimientos, escribe. ¿Qué entiendes por fuerza? Y menciona un ejemplo.

3. Une con líneas de colores la palabra que creas que corresponda a cada dibujo.

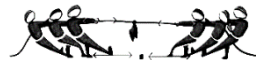
Tirar

Fricción

Magnetismo

Empujar

Gravedad



4. Observa la figura de la derecha y escribe, qué crees que está pasando entre la manzana y el planeta tierra.



5. Camilo lanza una bola por 2 superficies diferentes una lisa y una rugosa. Si las 2 bolas se mueven sobre cada superficie, ¿Cuál bola crees que se detiene primero y por qué?



Bola 1



Bola 2

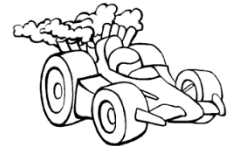
6. Escribe lo que crees que el niño está haciendo y lo que está pasando con el perro.



7. Observa las siguientes imágenes y escribe debajo de ellas si representa empujar o jalar.



8. Escribe, ¿Por qué se puede generar el movimiento de un automóvil?



9. En la figura podemos observar las manos de un niño que está jugando con un trozo de plastilina, ¿Por qué crees que la plastilina puede cambiar de forma?



10. Encierra en un círculo los objetos que pueden ser atraídos por el imán



Anexo C. Evaluación modificada

1. Observa el siguiente dibujo y escribe lo que la figura representa para ti.



2. De acuerdo a tus conocimientos, escribe. ¿Qué entiendes por fuerza? Y menciona un ejemplo.

3. Une con líneas de colores la palabra que creas que corresponda a cada dibujo.

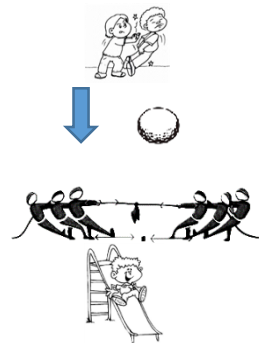
Tirar

Fricción

Magnetismo

Empujar

Gravedad



4. Camilo lanza una bola por 2 superficies diferentes una lisa y una rugosa. Si las 2 bolas se mueven sobre cada superficie, ¿Cuál bola crees que se detiene primero y por qué?



Bola 1



Bola 2

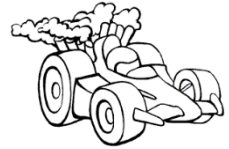
5. Escribe lo que crees que el niño está haciendo y lo que está pasando con el perro.



6. Observa las siguientes imágenes y escribe debajo de ellas si representa empujar o jalar.



7. Escribe, ¿Por qué se puede generar el movimiento de un automóvil?



8. En la figura podemos observar las manos de un niño que está jugando con un trozo de plastilina, ¿Por qué crees que la plastilina puede cambiar de forma?



Anexo D. Categorías

PREGUNTA	CATEGORÍA 1	CATEGORÍA 2	CATEGORÍA 3	CATEGORÍA 4
1	Realiza una descripción correcta de la imagen y menciona la fuerza y la interacción que realiza la persona al empujar la caja.	Realiza una descripción parcialmente correcta de la imagen y menciona solo el empujar la caja sin referirse al concepto de fuerza.	No menciona la fuerza, ni la interacción del objeto con la persona.	No se respondió nada.
2	Realiza una descripción correcta del concepto de fuerza como una acción o fenómeno capaz de alterar el estado, movimiento y/o velocidad de un objeto y proporciona un ejemplo pertinente.	Realiza una descripción parcialmente correcta del concepto de fuerza, nombrando ejemplos cotidianos de fuerza como empujar, gravedad, etc.	Responde Incorrectamente, no tiene ninguna idea ni relaciona dicho concepto.	No se respondió nada.

3	Señala todas las palabras correctamente con los dibujos.	Señala algunas de las palabras correctamente con los dibujos.	Señala todas las palabras incorrectamente con los dibujos.	No se respondió nada.
4	Responde correctamente que la bola que se detiene primero es la 2 porque se encuentra en una superficie rugosa.	Responde que la bola que se detiene primero es la 2 pero no menciona la superficie del suelo.	Responde incorrectamente, mencionan que la bola que se detiene primero es la N° 1.	No se respondió nada.
5	Responde correctamente que hay interacción de fuerzas en la cual el perro está resistiéndose al movimiento del niño.	Responde parcialmente correcto, menciona que solo uno de los 2 sujetos está realizando una fuerza.	Responde incorrectamente, expresa sucesos cotidianos como maltrato al perro o desobediencia, etc.	No se respondió nada.
6	Indica correctamente la acción que están	Indica parcialmente correcto la	Responde incorrectamente,	No se respondió nada.

	realizando los dibujos sobre "jalar y empujar".	acción de "jalar y empujar".	confunde la acción de "jalar y empujar".	
7	Responde correctamente, que, gracias a la fuerza de fricción entre el piso y las ruedas del carro, y al motor que hace girar las ruedas mediante un mecanismo de engranaje.	Responde parcialmente correcto, menciona que solo el motor es el que le da la fuerza para moverlo, y no menciona la fuerza de fricción que actúa entre el piso y las ruedas.	Responde incorrectamente, no menciona ninguna fuerza que actúa en el automóvil.	No se respondió nada.
8	Responde correctamente, indicando que la plastilina es moldeable y para que cambie la forma, actúa una fuerza de fricción entre la plastilina y la mano del niño.	Responde parcialmente correcto, indica que la plastilina es moldeable, elástica y blanda, pero no menciona la fuerza de fricción entre la mano del niño y la plastilina.	Responde incorrectamente. No tiene idea de porque la plastilina cambia de forma.	No se respondió nada.

Anexo E. Programa de intervención para Grupo experimental

Sesión	Objetivo	Actividades	Materiales	Duración
Sesión 1	Introducción y Experimentos Iniciales	1. Pretest (evaluación diagnóstica)	Prueba en papel	1:30 h
		2. Experimento 1 – Empujar para mover (moneda y carro)	1 moneda 1 carrito a escala	1:00 h
		3. Experimento 2 – Esferas en movimiento	1 esfera de estambre 1 esfera de unicel 1 pelota de plástico	1:30 h
Sesión 2	Exploración de Superficies y Fricción	1. Experimento 3 – Carritos en diferentes superficies	4 carritos a escala de diferente tamaño	40 min
		2. Experimento 4 – Resistencia al Movimiento con Cuerpos de Diferente Masa	1 cuerda 1 balón de basquetbol	40 min
		3. Experimento 5 – Fricción en balones	1 patineta	30 min
		4. Reflexión sobre la fricción		30 min
Sesión 3	Resistencia y Movimiento	1. Experimento 6 – Estira y afloja con variación en la fricción	1 cuerda	40 min
		2. Reflexión sobre los resultados		20 min
Sesión 4	Simulación y Concepto de Fuerza	1. Introducción a las simulaciones (PhET)	1 proyector 1 computadora	30 min
		2. Realización de simulaciones sobre fuerza		1:30 h
		3. Reflexión sobre los resultados		1:00 h
Sesión 5	Relación de Conceptos y Postest	1. Explicación del concepto de fuerza (relación de resultados de actividades)	Prueba en papel	40 min
		2. Postest (evaluación final)		1 h

Anexo F. Oficio de consentimiento para la para la aplicación del instrumento



Oficio Núm. 395/R/MEDPD

Profesor Julio César Martínez Barragán
Director de la Escuela Primaria Miguel Hidalgo, en el Municipio de Hacienda Nueva, Morelos, Zacatecas.

PRESENTE

Por este medio y con un cordial saludo, le solicito de la manera más atenta permita el ingreso a la institución que usted dignamente preside, al **Lic. Xavier Rodríguez Vázquez**, alumno de la Maestría en Educación Profesional Docente de la Universidad Autónoma de Zacatecas, con número de matrícula 36178649, esto con el objetivo de aplicar una intervención educativa con el alumnado de tercer grado, a efecto de incorporar los resultados a su trabajo de investigación titulado: ***Fuerza como conocimiento científico mediante estrategias expositivas y prácticas experimentales con simulador PhET en estudiantes del tercer grado de la primaria Miguel Hidalgo, Hacienda Nueva, Zacatecas***, el cual está bajo la dirección de la Dra. Elizabeth Gómez Rodríguez.

Para cualquier inquietud sobre lo arriba expuesto, quedo a sus órdenes y en espera de que nuestro alumno se vea favorecido y, sin otro particular, le saludo cordialmente.

Atentamente:

Zacatecas, Zac., 26 de agosto de 2025.



Dra. Irma Faviola Castillo Ruiz
Responsable de la Maestría en Educación y
Desarrollo Profesional Docente

c.c.p. Archivo.

Anexo G. Consentimiento informado



Universidad Autónoma de Zacatecas
"Francisco García Salinas"

Maestría en Educación y Desarrollo Profesional Docente
Comisión de Titulación

CONSENTIMIENTO INFORMADO FORMATO 3.

Tipo:	Técnicas/instrumentos de recolección de información con fines de investigación académica (Marque con una X según sea el caso)		
	Entrevista individual	Entrevista grupal	Cuestionario (X)
	Observación etnográfica	Checklist (lista de comprobación)	Bitácora
	Encuesta	Test (X)	Rúbrica
	Otra: (nombre)		
Destinatarios/destinatarias:	Menores de edad, y/o personas con alguna discapacidad física y/o intelectual, dependientes de padre, madre, tutor o tutora legal.		
Categoría:	Con reserva para publicación de datos personales.		

Tipo de investigación: (Marcar con una X)	Tesina	Trabajo de intervención educativa (X)	Memoria Profesional	Otra:
---	--------	---------------------------------------	---------------------	-------

Título de la investigación:	FUERZA COMO CONOCIMIENTO CIENTIFICO MEDIANTE LA EXPOSICIÓN VERBAL, PRÁCTICAS EXPERIMENTALES Y EL SIMULADOR INTERACTIVO PHET, EN DOS GRUPOS DE 3º DE LA PRIMARIA MIGUEL HIDALGO, HACIENDA NUEVA, ZACATECAS
Objetivo de la investigación:	Promover la interpretación del concepto de fuerza a través de prácticas experimentales y el uso del recurso educativo PhET en estudiantes de tercer grado de primaria en la Escuela Miguel Hidalgo, Hacienda Nueva, Morelos Zacatecas.
Nombre del investigador/investigadora:	Xavier Rodríguez Vázquez

Beneficios y/o riesgos que puede tener al participar en la investigación:	El beneficio es que se podrá promover el aprendizaje significativo de temas científicos al experimentar con diferentes estrategias de enseñanza-aprendizaje.
--	--

Nota: Este formato debe aplicarse por cada participante. Aplica para investigaciones como Tesinas y Trabajos de intervención educativa, u otra, en donde, por criterios éticos de la investigación sea obligado y necesario que los nombres y datos de las y los participantes no se expongan o publiquen. Esto se respetará acorde con los objetivos establecidos, y con apego a la legislación vigente en



materia de ética de la investigación según el área científica con la cual se vincula el trabajo, como puede ser Ciencias de la Salud, Psicología, Ciencias Sociales y Humanidades, Pedagogía, etc. Para guardar la confidencialidad de las y los participantes se hará uso de seudónimos o asignación de claves específicas para asentar la referencia en el documento escrito o en trabajos de divulgación científica, según los criterios establecidos en el *Manual de forma, contenido y citación para la elaboración de trabajos académicos y documentos de titulación de la MEDPD*.

Datos del/la participante:	
Nombre(s) y apellido(s):	
Edad:	
Otros datos que considere necesarios (Lugar de nacimiento, Escuela, Grado, Grupo, etc.):	

Descripción de las técnicas/instrumentos de recolección de información con fines de investigación académica.	
Nombre de la técnica/instrumento:	Prueba pretest-posttest, con apoyo de diario de campo
Objetivo de la implementación:	Identificar los cambios conceptuales (si es que se presentaron) de cada grupo y el proceso que conlleva la práctica.
Descripción del procedimiento de implementación:	Aplicación basada en el modelo ADDIE.
Lugar en donde se realizará la implementación:	Hacienda Nueva, Morelos, Zacatecas.
Fecha(s) para realizar la implementación:	20/enero/2025 – 28/enero/2025
Nombre de quien realizará la implementación:	Xavier Rodríguez Vázquez
Beneficios que se espera obtener para la persona, niño, niña, adolescente, etcétera:	Aprendizaje significativo e interés por las ciencias.
Posibles consecuencias que pueden presentarse:	
Describir si se darán alternativas socioeducativas de acuerdo con los resultados obtenidos:	Se ofrecerán actividades prácticas con el apoyo de materiales encontrados dentro del aula y exponiendo experiencias contextualizadas.



A QUIEN CORRESPONDA:

Yo, _____

Por este medio manifiesto que conozco, he leído y/o se me ha informado de las técnicas/instrumentos para la recolección de datos en los que participará mi hijo, hija, tutorado, tutorada, o dependiente legal; estoy informado/informada sobre los objetivos, de cómo se llevarán a cabo los procedimientos, los beneficios y posibles efectos que pueden tener; de igual forma estoy enterado/enterada del lugar y fecha de implementación.

Por lo tanto, (marcar con una X la opción que elija)

- | |
|---|
| a) De manera libre y personal, en pleno uso de mis facultades y bajo ningún tipo de presión, expreso mi consentimiento para que mi hijo, hija, tutorado, tutorada, o dependiente legal, SÍ participe en la investigación arriba citada. |
| b) De manera libre y personal, en pleno uso de mis facultades y bajo ningún tipo de presión, NO otorgo mi consentimiento para que mi hijo, hija, tutorado, tutorada, o dependiente legal, participe en la investigación arriba citada. |

En el caso de conceder el consentimiento por determinación propia **solicito que su nombre y datos personales sean manejados con absoluta reserva y no sean publicados bajo ningún formato o condición.** Asimismo, autorizo para que la información recolectada mediante las técnicas/instrumentos sean utilizados en la investigación referida.

Se asume por ambas partes (investigador/investigadora, y madre, padre o tutor/tutora), que el uso de la información y datos se hace solo con fines académicos y de divulgación del conocimiento científico, conforme a los lineamientos éticos e institucionales que rigen a la Universidad Autónoma de Zacatecas "Francisco García Salinas", y a la Maestría en Educación y Desarrollo Profesional Docente, según se expresa en el Aviso de privacidad de este Consentimiento informado.

De igual manera, se reconoce que las y los participantes de la investigación están en plena libertad de decidir no continuar cuando lo consideren necesario y lo expresen de manera verbal, si no les es posible por escrito; o bien, también pueden interrumpir su participación cuando el padre, madre, tutor o tutora legal lo consideren igual de necesario, para lo cual solo habrán de notificar mediante un escrito dirigido al investigador o la investigadora, sin que ello les determine perjuicios de ninguna índole.

Lugar

Fecha

Nombre y firma del padre, madre, tutor o tutora legal

Nombre y firma del investigador/ investigadora



Nombre y firma del /la testigo

AVISO DE PRIVACIDAD DE LA INFORMACIÓN Y PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES

En los términos dispuestos por la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública y la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública del Estado de Zacatecas, la Universidad Autónoma de Zacatecas "Francisco García Salinas" (UAZ) es el sujeto Responsable del tratamiento de los datos proporcionados por los y las participantes en la investigación citada en el presente Consentimiento informado, la cual es avalada por la Maestría en Educación y Desarrollo Profesional Docente (MEDPD).

En términos de lo dispuesto por el artículo 68, fracción VI de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública, publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 4 de mayo de 2015, en relación con el artículo 6, primer párrafo de la Ley General de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 26 de enero de 2017, así como de las disposiciones locales en materia de Transparencia y Protección de Datos Personales, la MEDPD de la UAZ se obliga a que los datos que proporcionen las personas mayores de edad, o de los padres, madres, tutores o tutoras legales de los y las menores de edad, así como de personas que no tienen autonomía intelectual o jurídica, sean empleados únicamente para el desarrollo de investigaciones con fines académicos y de divulgación del conocimiento científico en el área de su competencia, por lo que no transmitirá los mismos a persona física o jurídico colectiva alguna que sea ajena a la UAZ sin su consentimiento expreso, ni serán utilizados, comunicados, difundidos o divulgados, salvo las excepciones previstas en el artículo 22 de la Ley General de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados citada.