

UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIA

Departamento de Física



**CONSTRUCCIÓN DE UNA PROPUESTA DIDÁCTICA RELACIONADA CON
PROPIEDADES MECÁNICAS DE MATERIALES: ¿FLUYE O SE ROMPE?**

NICOLÁS EDUARDO BARRIOS ARRAÑO

CAMILA DEL CARMEN GONZÁLEZ QUEZADA

YASNA KAREN HURTADO LOBOS

Profesor Guía: Francisco Melo.

Profesora Guía: Bárbara Ossandón.

**Seminario de Grado para
optar al Grado de
Licenciado en Educación
de Física y Matemática.**

Santiago-Chile

2015

**259.628 © NICOLÁS EDUARDO BARRIOS ARRAÑO
CAMILA DEL CARMEN GONZÁLEZ QUEZADA
YASNA KAREN HURTADO LOBOS, 2015.**

Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial Chile 3.0

CONSTRUCCIÓN DE UNA PROPUESTA DIDÁCTICA RELACIONADA CON PROPIEDADES MECÁNICAS DE MATERIALES: ¿FLUYE O SE ROMPE?

NICOLÁS EDUARDO BARRIOS ARRAÑO

CAMILA DEL CARMEN GONZÁLEZ QUEZADA

YASNA KAREN HURTADO LOBOS

Este trabajo de Graduación fue elaborado bajo la supervisión de los profesores guía Sr. Francisco Melo Hurtado y la Sra. Bárbara Ossandón Buljevic del Departamento de Física y ha sido aprobado por los miembros de la Comisión Calificadora, Sr. Joaquín Barbé y Sr. Guillaume Lagubean.

Joaquín Barbé Farré

Comisión Calificadora

Guillaume Lagubean

Comisión Calificadora

Francisco Melo Hurtado

Profesor Guía

Yolanda Vargas Hernández

Directora

Bárbara Ossandón Buljevic

Profesora Guía

RESUMEN

En Chile, en general, debido a que la ciencia escolar experimental se realiza siguiendo una metodología tipo receta, se ha dejado en segundo lugar la ciencia experimental respecto a la ciencia teórica, lo cual ha implicado que no se generen instancias para desarrollar en las y los estudiantes habilidades y actitudes inherentes del quehacer científico experimental. En este contexto, esta investigación se ha propuesto como objetivo la construcción de un diseño didáctico relacionado con las propiedades mecánicas de los materiales para estudiantes de 8° año de enseñanza básica y determinar de qué manera este diseño logra generar en las y los estudiantes estas habilidades y actitudes.

El diseño didáctico consiste en cuatro trabajos prácticos, resumidos en material de apoyo para el estudiante e indicaciones al docente para poder implementar las mismas y se enmarca principalmente en la perspectiva constructivista del aprendizaje y en la naturaleza de la cognición, utilizando la metodología indagatoria y experimentos discrepantes para la experimentación.

La construcción del diseño didáctico se realizó vinculando la primera Big Idea (Harlen, 2012) con los contenidos abordados en estos y una vez diseñados, se realizó una implementación de los mismos para optimizar el diseño. Para optimizar el diseño didáctico, se presentó a un grupo de expertos e investigadores, y finalmente, se realizó una última implementación del diseño didáctico optimizado.

Los datos obtenidos fueron cuantitativos, en base a rúbricas de evaluación, y cualitativos, a modo de comentarios y sugerencias hechas por los expertos, por lo cual los datos fueron triangulados de manera mixta.

La conclusión de la investigación presenta como el diseño didáctico logra el objetivo propuesto, evidenciando como el estudio de las propiedades mecánicas de los materiales logra efectivamente generar en las y los estudiantes distintas habilidades y actitudes inherentes del quehacer científico experimental.

ABSTRACT

In Chile, because of the school experimental science is generally performed following a recipe rather than a methodology, the theoretical science has been more relevant than the experimental science, which has meant that no instances are generated to develop in students skills and attitudes inherent of experimental scientific work. In this context, this research has set a goal to build a didactic design related to the mechanical properties of materials for 8th grade students and determine how this design manages to generate these skills and attitudes in students.

The design consists of four teaching practical works, summarized in support material for the student and indications for the teacher to implement them, and is mainly framed in a constructivist view of learning and the nature of cognition, using the inquiry methodology and experiments discrepant for experimentation.

The construction of instructional design was done by linking the first *Big Idea* (Harlen, 2012) with the content addressed in it, and once designed, an implementation thereof was performed to optimize the design. Moreover, the instructional design was presented to a panel of experts and researchers to be optimized, and finally, one last optimized implementation of instructional design was performed.

The data obtained was quantitative, based on assessment rubrics and qualitative, by way of comments and suggestions made by experts, triangulating data by a mixed methodology.

The conclusion of the research shows how the instructional design achieves the intended goal, evidencing how the study of the mechanical properties of materials achieved effectively generates different skills and attitudes inherent of the experimental scientific work in students.

Dedicatoria

Para Bárbara y Francisco

Confiamos que al término de esta memoria, ustedes se sientan orgullosos de nosotros y de todo lo que con dedicación y esfuerzo construimos. Esta tarea fue la más difícil de toda esta etapa universitaria y, gracias a Dios y a Ustedes se logró con gran éxito.

Es probable que hayamos fallado en algunos aspectos, pero creemos firmemente en que no defraudaremos su confianza cuando en la escuela, tras armar el guión presentemos una obra maestra...

Ustedes nos dieron el mejor regalo: Confiaron en Nosotros...

Gracias

Camila, Nicolás y Yasna.

Agradecimiento

Al finalizar este proceso hay tanto que agradecer que las palabras pareciesen no ser suficientes. Ha sido un largo caminar universitario, que llega a su punto culmine con la realización de esta investigación y hay muchos seres queridos que se vienen a mi mente en este momento, haciéndose parte con esto, de mi caminar.

Antes que todo, doy gracias a Dios por guiarme en todo este camino, por acompañarme y ser mi luz en los momentos de oscuridad, no solo durante este proceso, sino a lo largo de mi vida.

Agradezco a mi familia, a mis Padres por creer en mí, por nunca dudar cuando decidí dejar ingeniería para emprender este maravilloso mundo de la pedagogía. En especial a mi Padre que ha sido un apoyo constante en mi vida, no solo es mi Papa, es mi gran amigo.

A mi madre agradezco la contención y el orgullo que me transmite, la forma en la que me mira y la alegría que me demuestra cuando obtengo algún logro. Sé que será la primera en buscar algún rincón en mi hogar para colgar cualquier diploma que llegase a obtener.

Agradezco a mis hermanas por escuchar mis angustias y problemas, por esos 5 minutos de complicidad que tenemos en la mesa cada vez que nos reunimos a conversar de la vida. Por la sinceridad, el amor y la confianza que ponen en mí.

Agradezco a Nathalia, por apoyarme durante tantos años, por darme el valor para cambiar de carrera, por toda la ayuda en este Seminario de Grado, por los ejemplos y por la paciencia, por ser mi paño de lágrimas tantas veces y mis mayores alegrías. Gracias por ayudarme a volar.

A mis compañeras de tesis, Yasna y Camila, muchas gracias por soportar mis falencias. Nos hemos tenido que reunir más de lo que quisiéramos y nos hemos apoyado cada vez que surgía alguna dificultad. Cada uno adoptó un rol en este trabajo y nos complementamos muy bien, tanto que muchas veces pude descansar en ustedes porque sabía que lo que yo no dominaba, lo dominaban ustedes a la perfección. Gracias amigas, creo que Dios nos reunió para trabajar en esta investigación.

Gracias a todos y todas por ser parte de mi vida, los amo y espero en Dios que este fuego y pasión por enseñar nunca se extinga, sino que siga creciendo a lo largo de los años.

Amo ser profesor. A lo largo de mi vida y en retrospectiva creo que nací para enseñar, para educar. Siempre buscando alguna nueva metodología, siempre desafiándome. Disfruto la labor docente desde que entro a la sala de clase hasta que termina la jornada laboral. Disfruto revisar pruebas, realizar guías, experimentos, explicaciones y todo lo relacionado con mi profesión. Disfruté esta investigación porque me enseñó que siempre puedo mejorar, me desafió y me permitió jugar con mi imaginación y ser libre para crear.

No importa la profesión que uno desempeñe, no importa la actividad que uno haga o las personas con la que uno se relacione. Cuando el amor es el motor que nos mueve, dejamos huella.

"Al contacto del amor todo el mundo se vuelve poeta"
Platón

Nicolás Eduardo Barrios Arraño

Agradecimiento

“Lo importante es no dejar de hacerse preguntas”

A. Einstein

Al finalizar este camino universitario, no me queda más que agradecer a todas las personas que formaron parte de mi vida durante estos años.

En primer lugar, a mi Madre Margarita, por ser el pilar fundamental y darme siempre su apoyo incondicional, no solo en esta, sino en todas las etapas de mi vida. Por apoyar mis decisiones, aunque me llevaron a mil kilómetros de distancia, esto jamás nos separó y con los años me he dado cuenta lo valiente que fuiste al dejarme partir. Gracias mami por darme todo lo que tengo y ser todo lo que soy.

A mi abuelita Elsa, por ser mi segundo pilar, mi segunda mamá y a mi tata Rolando, que se estaría orgulloso de mí el día de hoy. A ambos agradezco ser parte de mi vida desde el primer día, criarme o malcriarme con cariño y ternura y, lo más importante, por quererme como siempre lo demuestran. Agradezco a todos y cada uno de los integrantes de mi gran familia, quienes siempre unidos, pase lo que pase, están apoyando desde la distancia.

A mis compañeros de tesis, Yasna y Nicolás, por integrarme a este proyecto que, siento, fue el más complejo de la carrera. Fue, es y será un gran gusto trabajar con ustedes, ya que creo nos complementamos muy bien, hacemos un buen trabajo equipo. Gracias amigos por todo lo vivido durante este proceso, fue maravilloso.

También a mis amistades, quienes siempre estuvieron ahí cuando las necesité y siguen estando, en especial a los que han recorrido el mismo camino que yo y han estado en todas conmigo, Loreto, Melissa, Paula, Matías N. y Matías M. A mi compañero de aventuras, Christopher, quien ha tenido que soportar mis mañas, sobre todo en estos últimos meses y a mi familia Santiaguina, Sebastián, Valeria y, en especial Trinidad que ha tenido que soportarme por más tiempo aún, gracias amiga por todo.

A mis profesores, ya que todos y cada uno de ustedes aportó en este largo camino que fue la universidad. Profe Maga gracias por todas las enseñanzas que me entregó y el apoyo, que en su estilo propio me brindó. Tía Janet, agradezco su comprensión y todas las veces que “nos salvó la vida”.

A los profesores correctores, Joaquín y Guillaume, por interesarse en ayudarnos y ser parte de esto, nuestro trabajo final. Fueron, sin duda alguna, un real aporte a esta investigación, con sus

formas de pensar y su creatividad. Profe Joaquín gracias por su entusiasmo y buenas intenciones, siempre viendo el lado positivo de las cosas.

Finalmente a mis profesores guías, Bárbara y Francisco, por embarcarse en este proyecto con nosotros y confiar en nuestras capacidades, siempre exigiendo un poco más para lograr mejores resultados, porque sabían que podíamos. Espero no defraudarlos, simplemente Gracias.

Camila González Quezada

Agradecimiento

*“Cinco años de una vida,
que comienza aún más compleja.
Solemos evitar despedirnos,
pero hacerlo indica
cuán maduros nos hemos vuelto” Y.H.*

USACH, gloriosa Universidad, albergaste a esta estudiante, que al término de esta etapa solo agradece lo que le has dado. Se termina un ciclo, para comenzar otro mucho más complejo. La docencia es inminente y este logro es un pequeño paso, para los saltos del futuro.

Agradezco en primer lugar a mis padres y hermanos por acompañarme en este camino y creer en mí. A mi mamá, Gabriela, por siempre estar dispuesta a realizar todas aquellas cosas que por tiempo no podía hacer, por su amor incondicional, dedicación y apoyo, a mi padre Manuel, pues gracias a su esfuerzo, jamás debí enfocarme en otra cosa que no fuera estudiar y hoy, puedo decir que he logrado un sueño y meta gracias a que siempre se levantó en las mañanas por mí y mis hermanos. Bayron y Gabriela, gracias por aguantar mis humores diversos y por ser hermanos apañadores e inteligentes como su hermana, cuando ustedes estén es este momento, espero acompañarlos como lo han hecho.

Agradezco a esta Gloriosa Universidad, pues aquí formé lazos que espero jamás romper. En este lugar de estudio encontré a las mejores amigas y amigos que puedo tener. Karina, seca, llegaste en el momento correcto al lugar preciso, te adoro. Lorena (Loreto), Poly, Melissa, Mesi y Maty serán las mejores profesores y profesoras y, a pesar de todo, las y los quiero mucho. Osvaldo, te agradezco cada gesto y apoyo de tu parte, sin ti, no lo hubiera logrado, eres el mejor compañero que se podría esperar, serás un excelente maestro. Feña, gracias, te quiero mucho. LEFM 2011, somos los mejores.

Agradezco a mi Pipe por todo su apoyo y amor, por todos esos momentos en los que con sus dotes de informático me salvó, por su dedicación y comprensión, por recorrer junto a mí este camino, que por momentos tuvo desvíos y que gracias a él pude evitar para salir victoriosa de las caídas. Si dios y el tiempo escriben una historia diferente, que esa diferencia sea aquella que nos haga aún más felices. Gracias totales a usted y su Familia, a Claudia por colaborar en este seminario junto a sus amigas, a sus padres por abrirme las puertas de su casa y a sus hermanos por la buena onda que siempre proyectan.

Agradezco a nuestros profesores de LEFM pues, cada uno de ellos contribuyó a que hoy sea una profesional. Profe Maga, su estilo profesional me agrada mucho, seguiré su ejemplo. Profe Peters, su rigurosidad será mi sustento, Profe Claudia, la tecnología será mi amiga, tía Janet, gracias por ser preocupada y correcta.

Profe Francisco y Profe Bárbara, gracias por confiar en mí, sin ustedes nada hubiese sido posible. Profesor, antes de teorizar, experimentaré y luego de esto, mi guión me llevará a construir el mejor cuento. Espero haber cumplido sus expectativas y, sus consejos serán llevados a la práctica, muchas gracias por siempre sorprenderme, de usted he aprendido mucho. Profesora, su rigurosidad hizo posible que hoy esté escribiendo esto. Su dedicación y

disponibilidad contribuyeron a que este sea el mejor Seminario que dirija, gracias por aventurarse en este trabajo y por exigirme dar todo lo mejor de mí.

Gracias a nuestros profesores Correctores, por cada una de las retroalimentaciones realizadas, Profesor Joaquín, gracias por ser un profesor involucrado con sus estudiantes, profesor Guillaume, valiosos fueron sus ejemplos, cotidianos y muy cercanos, cada vez que los mencionaba, me sorprendía, gracias.

Por último, agradezco a mi equipo de trabajo, Camila y Nicolás, por su dedicación y arduo trabajo, gracias a ustedes, este Seminario de Grado cumplió su objetivo. Costó pero aquí estamos, somos profesionales de la educación, Licenciados en Física y Matemática.

Nicolás, lo tuyo es esto, espero de ahora en más, seas muy feliz, mejora todo aquello que sabes y fortalece todo aquello que dominas. Mucho éxito y te quiero montón.

Camila, amiga de este camino, juntas hasta el final, gracias por la paciencia y disposición, mis mejores deseos, que Dios te bendiga.

“Todos nosotros sabemos algo.

Todos nosotros ignoramos algo.

Por eso, aprendemos siempre”.

Paulo Freire.

Yasna Hurtado Lobos

Tabla de contenido

RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: Antecedentes	4
1.1. Identificación del Problema	7
1.1.1. Pregunta de Investigación.....	8
1.1.2. Hipótesis.....	8
1.2. Objetivos	9
1.2.1. Objetivo General	9
1.2.2. Objetivos Específicos	9
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	10
2.1. Perspectiva Constructivista del Aprendizaje.....	10
2.2. Competencias Científicas, Habilidades de Pensamiento Científico y Actitudes	13
2.2.1. Las Competencias Científicas según PISA (2015)	13
2.2.2. Habilidades De Pensamiento Científico.....	14
2.2.3. Actitudes.....	16
2.3. Visiones deformadas de la ciencia.....	18
2.4. Experiencias Discrepantes.....	20
2.5. Metodologías Indagatorias.....	24
2.5.1. Enseñanza de la Ciencias Basada en la Indagación.....	25
2.5.2. Evaluación Auténtica.....	28
2.6. Modelo Epistemológico de Referencia (MER)	30
2.6.1. Teoría Antropológica didáctica.....	30
2.6.2. Evolución del concepto de Estados de la Materia	31
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	34
3.1. Tipo de investigación	34
3.2. Tipo de Recolección de Datos	35
3.3. Etapas y Criterios de Construcción de la Propuesta Didácticos.....	36
3.3.1. Selección de la Primera Gran Idea de la Ciencia	36
3.3.2. Vinculación de la Primera Big Idea de la Ciencia con los Contenidos Tratados en los Trabajos Prácticos diseñados	37
3.3.3. Confección de los Trabajos Prácticos.....	37
3.3.4. Optimización de los Trabajos Prácticos	38

3.3.5.	Implementación de los Trabajos Prácticos	41
3.3.6.	Análisis de Resultados	45
3.4.	Estructura de los Trabajos Prácticos	46
3.4.1.	Trabajo Práctico del alumno	46
3.4.2.	Indicaciones al docente.....	46
CAPITULO IV: DESARROLLO DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA.....		48
4.1.	Conceptos Físicos Claves.....	48
4.1.1.	Estados de la Materia: Gas, Líquido y Sólido	48
4.1.2.	Atracción intermolecular (enlaces).....	50
4.1.3.	Líquido de Newton y Sólido de Hooke	51
4.1.4.	Líquidos Complejos.....	56
4.1.5.	Polímeros y Estructuras	64
4.2.	Trabajos Prácticos	67
4.2.1.	Trabajo Práctico I	70
4.2.2.	Trabajo Práctico II	75
4.2.3.	Trabajo Práctico III	81
4.2.4.	Trabajo Práctico IV.....	87
4.3.	Indicaciones al Docente	92
4.3.1.	Indicaciones al Docente Trabajo Práctico I: Los estados de la Materia	92
4.3.2.	Indicaciones al Docente Trabajo Práctico II: Entre Sólido y Líquido	101
4.3.3.	Indicaciones al Docente Trabajo Práctico III: ¿Fluye o se Rompe?	108
4.3.4.	Indicaciones al Docente Trabajo Práctico IV: Propiedades Mecánicas y Estructuras.....	114
4.4.	Análisis de la Optimización e Implementación de la Propuesta didáctica	119
4.4.1.	Optimización a través de la evaluación por Experto.....	119
4.4.2.	Optimización a través de la opinión del Estudiantado	123
4.4.3.	Optimización a través de Notas de Campo de los diseñadores de la Propuesta Didáctica. 127	
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES		132
GLOSARIO.....		139
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS		141
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS		141
ANEXOS		149

ÍNDICE DE CUADROS Y/O TABLAS

Tabla 1: Principios y Grandes Ideas de la Educación en Ciencias. Harlen, 2012, p. 13-14.	5
Tabla 2: Vinculación de Competencias Científica (PISA, 2015) y HPC (MINEDUC, 2009).	16
Tabla 3: HPC vinculadas con Competencias Científicas y Actitudes a desarrollar en la Propuesta Didáctica <i>Los Materiales y sus Propiedades</i>	17
Tabla 4: Posibles Visiones deformadas acerca de la ciencia que inciden en los procesos de enseñanza.	19
Tabla 5: Rúbrica de Optimización para Experto de la Propuesta didáctica <i>Los Materiales y sus Propiedades</i>	39
Tabla 6: Rúbrica de evaluación de los trabajos prácticos de estudiantes.	43
Tabla 7: Aspectos Formales de la Propuesta didáctica <i>Los Materiales y sus Propiedades</i>	69
Tabla 8: Clasificación de los materiales en los diferentes estados de la materia.	94
Tabla 9: Valorización de los criterios de evaluación de la Rúbrica de Optimización de los Expertos	119
Tabla 10: Promedio general de los cuatro trabajos prácticos evaluados por expertos.	120
Tabla 11: Valorización de la Escala de apreciación del Cuestionario de Opinión Pre y Post aplicación de los trabajos Prácticos del Estudiantado.	123
Tabla 12: Cuestionario de Opinión para evidenciar la motivación por la ciencia.	124
Tabla 13: Valorización de los criterios de evaluación de la Rúbrica de Optimización por estudiante.	125
Tabla 14: Dibujos de la primera implementación realizados por alumnas de 8°E.B.	154
Tabla 15: Evaluación por Experto Trabajo Práctico I: Estados de la Materia	167
Tabla 16: Evaluación por Experto Trabajo Práctico II: Entre Sólido y Líquido	168
Tabla 17: Evaluación por Experto Trabajo Práctico III: ¿Fluye o se rompe?	169
Tabla 18: Evaluación por Experto Trabajo Práctico IV: Propiedades Mecánicas y Estructuras	170
Tabla 19: Promedio de cada indicador por Trabajo Práctico.	171
Tabla 20: Promedios de Opiniones Alumnas 8° E.B antes y después de la implementación. ...	172
Tabla 21: Evaluación de la Propuesta Didáctica según Estudiantes de 8° E.B.	185

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Capacidades intelectivas ejercitadas o el nivel de comprensión de ExD versus Experiencias tradicionales (Barbosa, 2008, p. 250).	21
Ilustración 2: Formato del Trabajo Práctico del Alumno	46
Ilustración 3: Situación descrita.	53
Ilustración 4: Átomos ordenados en un material cristalino.	58
Ilustración 5: Cuando se aplica una fuerza, los enlaces se estiran causando deformación elástica.	59
Ilustración 6: Cuando la fuerza aumenta, los átomos comienzan a deslizar entre sí causando deformación permanente.	59
Ilustración 7: El material se fractura cuando la fuerza es suficiente para romper los enlaces. ...	59
Ilustración 8: Representación Tensión superficial.	61
Ilustración 9: Fino alambre en U.	61
Ilustración 10: Alambre.	61
Ilustración 11: Representación de la Capilaridad	62
Ilustración 12: Situación antes descrita.	63
Ilustración 13: Representación de un sólido amorfo de forma microscópica.	65
Ilustración 14: Representación del estado cristalino en forma microscópica.	66
Ilustración 15: Antiguos estados.	70
Ilustración 16: Molécula.	70
Ilustración 17: Clasifica.	71
Ilustración 18: Iceberg.	72
Ilustración 19: Investigador.	72
Ilustración 20: Modelo consiste en: un globo lleno de pelotitas de plumavit que representan partículas.	72
Ilustración 21: Tus anotaciones.	73
Ilustración 22: Formalizar.	74
Ilustración 23: Tus aprendizajes.	74
Ilustración 24: Playa.	75
Ilustración 25: Agua en los pies.	75
Ilustración 26: Clasifica.	76
Ilustración 27: Clasifica.	77
Ilustración 28: Castillo de arena.	78
Ilustración 29: Investigador.	78
Ilustración 30: Gotero.	78
Ilustración 31: Burbujas.	78
Ilustración 32: Investigador.	79
Ilustración 33: Alambre en forma de U con un alambre deslizable con agua jabonosa.	79
Ilustración 34: Tus anotaciones.	79
Ilustración 35: Formalizar.	80
Ilustración 36: Tus aprendizajes.	80
Ilustración 37: Vaso con agua.	81
Ilustración 38: Copa rompiéndose	81
Ilustración 39: investiga.	82
Ilustración 40: Clasifica.	83
Ilustración 41: fluido no newtoniano.	84

Ilustración 42: Tus anotaciones	85
Ilustración 43: Formalizar.....	86
Ilustración 44: Tus aprendizajes	86
Ilustración 45: Madera, ladrillo, PVC.....	87
Ilustración 46: Mantas, corbatas, alfombras.	87
Ilustración 47: Clasifica.	88
Ilustración 48: Elástico.	89
Ilustración 49: Investigador.	89
Ilustración 50: Analogía: globos representan polímeros.....	89
Ilustración 51: Tus anotaciones.	90
Ilustración 52: Formalizar.....	91
Ilustración 53: Tus aprendizajes.	91
Ilustración 54: Esferas de metal pegadas mediante silicona.....	96
Ilustración 55: Arena sobre tabla.	103
Ilustración 56: Zoom arena sobre tabla.	103
Ilustración 57: Arena fluyendo.	103
Ilustración 58: Capilaridad.....	106
Ilustración 59: Modelo de banda elástica.....	112

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Comportamiento de un material sometido a un esfuerzo.	56
Gráfico 2: Gráfico reológico para materiales típicos.	57
Gráfico 3: Promedio general de los cuatro trabajos prácticos evaluados por expertos.	120
Gráfico 4: Promedio general de los cuatro trabajos prácticos por indicador según Expertos...	121
Gráfico 5: Promedios antes y después de la implementación de los trabajos prácticos con respecto a la motivación por la ciencia.	125
Gráfico 6: Promedio general de los cuatro trabajos prácticos por indicador según Estudiantado.	126

INTRODUCCIÓN

La ciencia permite comprender mejor el mundo donde habitualmente conviven e interactúan los sujetos, ya que, en particular, los fenómenos físicos se encuentran presentes en la vida diaria de cada integrante de la comunidad y en cada contexto social. El Estado de Chile, ha impulsado políticas educativas para ampliar esta comprensión a todos los ciudadanos, dirigida a un amplio universo de miembros de la comunidad estudiantil, tanto a nivel de Enseñanza Básica como Media.

Algunos ejemplos de estas políticas educativas y que pretenden que las y los estudiantes evidencien el beneficio de la ciencia y la tecnología, han sido principalmente:

- a) Programa EXPLORA, diseñado en 1995 por la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT) con el objetivo de fomentar la cultura Científica y Tecnológica (CyT), en quienes se encuentran en edad escolar, a través de acciones educativas no formales para desarrollar la capacidad de utilizar la Ciencia y la Tecnología para mejorar la calidad de vida de la comunidad.
- b) MINEDUC por su parte, en el marco curricular de 2009, establece que se debe promover la comprensión del mundo natural y tecnológico, así como despertar el interés y la comprensión de los fenómenos que ocurren en el mundo que nos rodea, desarrollando Habilidades de Pensamiento Científico (en adelante HPC) para propiciar en los y las estudiantes, un pensamiento crítico respecto a los acontecimientos del mundo tecnológico y natural.

Es importante destacar, que ambas entidades, se proponen promover la comprensión del mundo natural, despertar el interés de los jóvenes por la ciencia y en particular MINEDUC (2009), añade la necesidad de desarrollar el pensamiento crítico y científico en las y los alumnos.

Por otra parte, UNESCO en 2005, elabora una propuesta didáctica para promover el interés por la cultura científica de jóvenes entre 15 – 18 años, mencionando que los y las estudiantes tendrían que lograr comprender y apreciar a nivel global la CyT, siendo un pilar fundamental en esto, el “fomentar y difundir la alfabetización científica en todas las culturas y en todos los sectores de la sociedad, a fin de mejorar la participación de los ciudadanos en la adopción de decisiones relativas a la aplicación de los nuevos conocimientos” (Declaración de Budapest, 1999 en Gil Pérez, Macedo, Martínez, Sifredo, Valdés & Vilche, 2005, p. 16) y, cuando esta comprensión se logra, el aporte más significativo que se produce es una comunidad de ciudadanos y ciudadanas informadas y conscientes de las problemáticas Científicas y

Tecnológicas que afectan o impactan social y ambientalmente, capaces de tomar decisiones informadas, argumentadas y con responsabilidad, de tal manera que ellas beneficien a las futuras generaciones. Esta responsabilidad con los otros y el medio ambiente implica necesariamente el desarrollo de un pensamiento crítico por parte de los estudiantes y, por tanto, la necesidad de una alfabetización científica y tecnológica.

La OEI¹ (2001) también ha señalado la necesidad de la alfabetización científica en el ámbito educativo para motivar a los estudiantes en la búsqueda de información relacionada con CyT, con el objetivo de desarrollar la capacidad de analizar y evaluarla información para - como se dijo - reflexionar y tomar decisiones, en base a información fundamentada o evidencias por parte de las y los estudiantes (García, et al., 2001).

De igual modo nuestro curriculum nacional incentiva la capacidad de análisis, evaluación y reflexión, a través del desarrollo de Habilidades de Pensamiento Científico, en adelante (HPC), las cuales aluden al razonamiento y al saber-hacer, que permiten interpretar información incentivando la formulación de preguntas pertinentes, el desarrollo en base a debates que permitan analizar controversias científico-tecnológicas referidas a problemas de interés masivo, natural y/o tecnológico con el objetivo de lograr su alfabetización científica y tecnológica (MINEDUC, 2009).

Ahora bien, desde la perspectiva de la enseñanza cuando se pretende que los estudiantes comprendan el mundo natural y explicar el porqué de los sucesos ocurridos en la naturaleza, particularmente en el ámbito del aprendizaje de la Física, una de las estrategias didácticas que se emplean es la experimentación. Sin embargo, las investigaciones (Etkina, Van Heuvelen, Brookes & Mills, 2002; Fraser, Tobin & McRobbie, 2011) señalan que, no siempre esta estrategia es eficiente para lograr los resultados de aprendizajes esperados, ya que puede presentarse frente a los y las estudiantes de una manera descontextualizada, por ejemplo, como *receta de cocina* que transforman al estudiante en un ser pasivo y, por tanto, no motivado ni interesado por la Ciencia. Este Seminario de Grado busca motivar a los estudiantes para el logro de resultados de aprendizaje, a través de una propuesta didáctica contextualizada y motivadora, cuyo propósito es promover el interés de los jóvenes por la ciencia desde una mirada constructivista, considerando la naturaleza social, distribuida, contextualizada y construida de la cognición según Putnam y Borko (2000) y con ello contribuir – como se dijo - en la alfabetización científica de estudiantes de enseñanza básica (7º y 8º E.B), mediante el tema correspondiente a *Los Materiales y sus Propiedades* que está en directa relación con la primera *Gran Idea* de la Ciencia, también llamada *Big Idea*, señalada por Harlen (2012): “Todo material en el Universo está compuesto de partículas muy pequeñas” (p.14)

¹Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura.

Las diez Grandes Ideas que presenta la autora fue producto de un arduo trabajo sintetizado en un seminario de Ciencias Naturales, realizado en Chile en el año 2009, cuyo propósito fue la identificación de “las ideas claves que los estudiantes deberían abordar en la educación en ciencias que les permitiesen entender, disfrutar y maravillarse con el mundo natural” (Harlen, 2012, p. 11).

A partir de lo anterior, este Seminario de Grado se planteó como objetivo diseñar e implementar una propuesta didáctica que potencie el desarrollo de competencias científicas, HPC y actitudes inherentes al quehacer científico, motivando mediante las estrategias didácticas denominadas: Experiencias Discrepantes (ExD), Metodología Indagatoria Orientada a Argumentar (ADI) e Indagatoria Centrada en Modelizar (IBM), que serán abordadas con mayor profundidad en el Capítulo II, Marco Teórico.

A continuación, en el Capítulo I, se desarrollarán aspectos relacionados con el problema de investigación del presente Seminario de Grado.

CAPÍTULO I: Antecedentes

La CyT ocupa un lugar privilegiado hoy en día en la sociedad, por lo que, para la educación científica se transforma en imperativo incluirlo en la formación de estudiantes durante todo su proceso educativo. En consecuencia, las *Bases Curriculares de 7° Básico a 2° Medio*, elaboradas por MINEDUC (2013), proponen y reafirman que el objetivo primordial de las ciencias es propiciar en cada persona la adquisición y el desarrollo de competencias, de tal manera que le permita comprender el mundo natural y tecnológico para participar informadamente y con responsabilidad en las decisiones y hechos que afectan tanto su bienestar particular (calidad de vida a nivel macro y medio ambiental) como el de la sociedad entera.

La comprensión de la ciencia permite buscar y encontrar respuestas a cuestionamientos relacionados con la CyT que enfrentamos en la vida cotidiana. Por ello, es importante enseñar ciencia vinculándola con trabajos prácticos que permitan al estudiante encontrar sentido, mediante el goce, el asombro y la curiosidad natural de este, a los objetos de estudio en el proceso de aprendizaje.

Una estrategia para lograr lo anterior, se denomina *Experiencias Discrepantes* que, a través de una fenomenología sorpresiva logra promover HPC, favoreciendo el aprendizaje activo de la ciencia (Barbosa, 2008). De lo que se trata entonces, respecto de la enseñanza de la ciencia, es lo que señala MINEDUC (2013) cuando afirma que:

“Se busca que cada alumno desarrolle la capacidad de usar los conocimientos de la ciencia, aplique las habilidades científicas y asuma las actitudes inherentes al quehacer de las ciencias para obtener evidencia, evaluarla y, sobre esa base, seguir avanzando en la comprensión del mundo natural” (p. 142).

Para favorecer el desarrollo de HPC, entregar una perspectiva integrada de los fenómenos físicos y lograr el asombro y goce por la CyT, es necesario, dice Harlen (2012), escoger pocas ideas de la ciencia pero integradas, de tal modo, que estas ideas sean claves y que, en forma conjunta, permitan explicar los fenómenos de las Ciencias Naturales para resolver nuevos problemas y situaciones.

Coherentemente con lo anterior, las Bases Curriculares Ministeriales y la Academia Chilena de la Ciencia en los *Principios y Grandes Ideas de la Educación en Ciencia* recogen lo señalado por Harlen (2012), donde se abordan “Catorce grandes ideas en la ciencia”, puntualizando que las diez primeras refieren a *ideas de la ciencia* y las cuatro restantes a *ideas acerca de la ciencia* (Tabla 1).

Diez principios de la educación en ciencias

- 1 Durante todos los años de educación obligatoria, las escuelas deberían buscar en forma sistemática, por intermedio de sus programas de educación en ciencias, el desarrollo y la mantención de la curiosidad de los estudiantes acerca del mundo, el gozo por la actividad científica y la comprensión sobre cómo pueden explicarse los fenómenos naturales.
- 2 El objetivo principal de la educación en ciencias debiera ser capacitar a todos los individuos para que informadamente tomen parte en las decisiones y participen en acciones que afectan su bienestar personal y el bienestar de la sociedad y de su medio ambiente.
- 3 La educación en ciencias tiene múltiples metas y debería estar orientada a desarrollar:
 - Comprensión de un conjunto de “grandes ideas” en ciencias que incluyan ideas de la ciencia e ideas *acerca de* la ciencia y su rol en la sociedad.
 - Capacidades científicas relacionadas con la obtención y el uso de evidencias.
 - Actitudes científicas.
- 4 Debería establecerse una clara progresión hacia las metas de la educación en ciencias, indicando las ideas que deben lograrse en casa una de distintas etapas, en base a un cuidadoso análisis de los conceptos y de las investigaciones recientes que nos permiten entender cómo se aprende.
- 5 La progresión hacia las grandes ideas debiera resultar del estudio de tópicos que sean de interés para los estudiantes y relevantes para sus vidas.
- 6 Las experiencias de aprendizaje debieran reflejar una visión del conocimiento científico y de la indagación científica explícita y alineada al pensamiento científico y educacional actual.
- 7 Todas las actividades del currículo de ciencias deben profundizar la comprensión de ideas científicas, así como tener otros posibles propósitos, tales como propiciar actitudes y habilidades.
- 8 Los programas que guían el aprendizaje de los estudiantes, la formación inicial y el desarrollo profesional de los profesores, debieran ser consistentes con las metodologías de enseñanza y aprendizaje que se requieren para alcanzar las metas enunciadas en el Principio 3.
- 9 La evaluación juega un rol clave en la educación en ciencias. La evaluación formativa del aprendizaje de los alumnos y la evaluación sumativa de su progreso debieran aplicarse a todas las metas.
- 10 En el trabajo hacia el cumplimiento de estos objetivos los programas de ciencias de las escuelas debieran promover la cooperación entre los profesores y el involucramiento de la comunidad incluyendo la activa participación de los científicos.

Catorce grandes ideas en la ciencia

Ideas de la ciencia

- 1 Todo material en el universo está compuesto de partículas muy pequeñas.
- 2 Los objetos pueden afectar otros objetos a distancia.
- 3 El cambio de movimiento de un objeto requiere que una fuerza neta actúe sobre él.
- 4 La cantidad de energía del universo siempre es la misma, pero la energía puede transformarse cuando algo cambia o se hace ocurrir.
- 5 La composición de la Tierra y de la atmósfera y de los fenómenos que ocurren en ellas le dan forma a la superficie de la Tierra y afectan su clima.
- 6 El sistema solar es una muy pequeña parte de una de los millones de galaxias en el Universo.
- 7 Los organismos están organizados en base a células.
- 8 Los organismos requieren de suministro de energía y de materiales de los cuales con frecuencia dependen y por los que compiten con otros organismos.
- 9 La información genética es transmitida de una generación de organismos a la siguiente generación.
- 10 La diversidad de los organismos, vivientes y extintos, es el resultado de la evolución.

Ideas acerca de la ciencia

- 11 La ciencia supone que para cada efecto hay una o más causas.
- 12 Las explicaciones, las teorías y modelos científicos son aquellos que mejor dan cuenta de los hechos conocidos en su momento.
- 13 El conocimiento generado por la ciencia es usado en algunas tecnologías para crear productos que sirven a propósitos humanos.
- 14 Las aplicaciones de la ciencia tienen con frecuencia implicancias éticas, sociales, económicas y políticas.

Tabla 1: Principios y Grandes Ideas de la Educación en Ciencias. Harten, 2012, p. 13-14.

Estos principios e ideas, señala su autora, ofrecen explicaciones y pretenden proveer de herramientas a los estudiantes para que relacionen fenómenos diversos y relevantes para ellos, pues estos se vinculan con la ciencia a través de experiencias cercanas, contextualizadas, aplicables y comprensibles.

Por esto, mediante trabajos prácticos e investigaciones, el currículum nacional busca relacionar a través de experiencias cotidianas los conceptos científicos para comprender los aspectos más complejos de la realidad, ser capaces de predecir fenómenos físicos, analizar y evaluar evidencia científica y además ser capaces de establecer la estrecha relación entre ciencia, tecnología, sociedad y medio ambiente.

El tema escogido en este Seminario de Grado (*Los Materiales y sus Propiedades*), coincide con la primera *Gran Idea de la Ciencia* de Harlen (2012) que, en general, concuerda con la quinta *Gran idea* de las Bases Curriculares de 7° Básico a 2° Medio de MINEDUC (2013), que señala lo siguiente:

“Toda la materia del Universo está compuesta por partículas, independientemente de si corresponde a organismos vivos, estructuras sin vida o energía. Las propiedades de la materia se explican por el comportamiento de los átomos y las partículas que la componen, que además determinan reacciones químicas y fuerzas cohesivas en la materia” (p. 144).

Esta idea permite explicar de forma coherente la mayor cantidad de propiedades específicas, desde el punto de vista microscópico, de la gran variedad de materiales sólidos, líquidos y gaseosos existentes en el entorno cercano del estudiante de E.M. La propuesta didáctica *¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años, Década de la educación para el desarrollo sostenible declarada por la Naciones Unidas (2005-2014)*, plantea que, acercar a los y las alumnos a la enorme diversidad de materiales es un tema fundamental en cualquier currículo de ciencias pues “esta conjetura se ha mostrado fecunda y el conocimiento de la estructura de la materia ha hecho posible un prodigioso desarrollo” (Gil Pérez et al., 2005, p. 270).

Por las razones anteriores, este Seminario de Grado se abocará a diseñar una propuesta didáctica para el estudio de *Los Materiales y sus Propiedades*.

1.1. Identificación del Problema

La ciencia está en constante evolución y su comprensión implica - como se dijo anteriormente - una alfabetización científica tal que permita actuar en la sociedad de forma consciente y responsable. Las *Bases Curriculares de Ciencias Naturales* (MINEDUC, 2013) también proponen fomentar en los estudiantes, la búsqueda del conocimiento a través de su propia experiencia, adquiriendo habilidades de investigación que son propiciadas mediante los *Trabajos Prácticos*.

Sin embargo, estas *prácticas escolares* según diversas investigaciones internacionales (Etkina et al., 2002; Fraser et al., 2011) deben cuidar el “cómo” son diseñadas para lograr una real experimentación de estudiantes. Se debe evitar, en este sentido, realizarlas siguiendo procedimientos *tipo receta* (“cookbook” experiments) o que sean únicamente demostrativas, pues estas no propician aprendizajes significativos en los y las alumnas, ya que suelen actuar como agentes pasivos en la búsqueda de explicaciones, lo que impide una activa indagación por parte de ellos (Harlen, 2012). Este tipo de prácticas escolares *tipo receta* diferencian una “enseñanza teórica” y una “enseñanza práctica”, dándole mayor relevancia a la primera, lo que implica una difícil aplicación de los conceptos científicos adquiridos por las y los alumnos (Fraser et al., 2011), pues generalmente experimentan el “Método Científico” siguiendo “recetas” previamente planificadas, sin considerar que fenomenológicamente, “resulta esencial experimentar la realidad tal como otros” (Paz, 2003, p.18).

Además, según Izquierdo, Espinet & Sanmartí (1999), las experiencias que siguen el método científico son diseñadas en base a lo que los científicos hacen, desvinculando la ciencia con lo social o ambiental, lo cual no logra captar el interés ni ampliar y perfeccionar el conocimiento de los y las aprendices (Raviolo et al, 2011; Mellado Jiménez, 2004).

Las y los estudiantes deben participar en la creación de su propio aprendizaje y sentir la necesidad de incluir métodos de investigación y reflexión para situaciones posteriores (Benegas, Villegas, 2006).

Por ello, es fundamental mejorar el tipo de *práctica escolar* desde tres perspectivas: “aprender ciencia”, “aprender que es la ciencia” y “aprender a hacer ciencia” y esto, puede lograrse considerando que el aprendizaje es situado, que “concibe la actividad en contexto como el factor clave de todo aprendizaje, ubica a la educación como parte integrante e indisoluble de las diversas prácticas de la vida cotidiana (...) lo que permite crear significado desde las actividades cotidianas” (Sagástegui, 2004, p. 30-31).

Entonces, si se tiene como objetivo que las y los alumnos comprendan los contextos mediante *trabajos prácticos* contextualizados, integradores de los saberes científicos y aplicables en la resolución de problemas, es fundamental también, diseñar actividades que, además de ser situadas, sean desarrolladas en forma grupal que hagan referencia a un principio básico que menciona Sagástegui (2004):

“La educación no es el producto de procesos cognitivos individuales sino de la forma en que tales procesos se ven conformados en la actividad por una constelación de elementos que se ponen en juego, tales como percepciones, significados, intenciones, interacciones, recursos y elecciones. Estos constitutivos no son factores de influencia sino el resultado de la relación dinámica que se establece entre quien aprende y el entorno sociocultural en el que ejerce su acción o actividad” (p. 31).

Basado en lo anterior, se plantea la siguiente pregunta de investigación.

1.1.1. Pregunta de Investigación

¿De qué manera el estudio de *Los Materiales y sus Propiedades*, por medio de las metodologías indagatorias ADI e IBM y de la incorporación de experiencias discrepantes, promueve la motivación por la ciencia y desarrolla HPC y actitudes científicas del quehacer científico en los estudiantes?

1.1.2. Hipótesis

Si los alumnos y alumnas comprenden la *Big Idea* mencionada por Harlen (2012), a través del planteamiento de objetivos pertinentes, con ejemplos claros, con gran significancia de un determinado conocimiento científico, en este caso *El Estudio de los Materiales y sus Propiedades*, utilizando como ingrediente motivador lo que se denominan *experiencias discrepantes*, se logrará promover la motivación de los jóvenes por la ciencia, para comprender determinados fenómenos del mundo que los rodea desarrollando en ellos y ellas las HPC y actitudes inherentes del quehacer científico, de tal forma que les permitirá comprender situaciones simples y complejas tales como: comprender que la materia está compuesta de pequeñas partículas, que dichas partículas interactúan a través de enlaces, formando materiales y esto permite reconocer al estado que pertenece, entre otras.

Para responder a la pregunta de investigación planteada y verificar la hipótesis propuesta se plantea el siguiente objetivo general y los objetivos específicos de este Seminario de Grado.

1.2. Objetivos

Los objetivos que se plantean para la “*Construcción de una Propuesta Didáctica Relacionada con Las Propiedades Mecánicas de los Materiales: ¿Fluye o se Rompe?*”, son los siguientes;

1.2.1. Objetivo General

Diseñar una Propuesta Didáctica basada en las metodologías indagatorias IBM y ADI y en la incorporación de ExD, enfocada en *Los Materiales y sus Propiedades*, relacionada con la comprensión de fenómenos cotidianos referidos a las Propiedades Mecánicas que presentan determinados materiales al ser sometidos a esfuerzos, para propiciar el desarrollo de HPC y actitudes y promover, la motivación de los jóvenes por la Ciencia.

1.2.2. Objetivos Específicos

- ✓ Diseñar trabajos prácticos de aprendizaje experimentales y modelados, usando las Metodologías indagatorias ADI e IBM e incorporando ExD, para la enseñanza de *Los Materiales y sus Propiedades*.
- ✓ Diseñar orientaciones al docente, que permitan la implementación de los trabajos prácticos en el aula.
- ✓ Elaborar un Marco Epistemológico de Referencia (MER) que sustente la propuesta didáctica.
- ✓ Diseñar modelos y analogías que faciliten la explicación de fenómenos físicos involucrados en los materiales seleccionados para los trabajos prácticos.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

El capítulo presente tiene como objetivo proporcionar los fundamentos teóricos de este Seminario de Grado. Se abordará la perspectiva constructivista del aprendizaje, pues esta sustenta la propuesta pedagógica contemplando la naturaleza social, contextualizada, distribuida y construida de la cognición. Además, para alfabetizar científicamente a las y los estudiantes se explicita lo que entenderemos por competencia científica y cómo se vincula con las Habilidades de Pensamiento Científico que promueve MINEDUC. Por otra parte, se exponen aquellas visiones deformadas de la ciencia que pretendemos evitar en nuestros diseños didácticos mediante la selección del tema *Los Materiales y sus Propiedades*, los cuales han sido diseñados de forma indagatoria y a través de una estrategia didáctica fundamentada en lo que se denomina *Experiencias Discrepantes*.

A continuación, se indicará en forma breve qué entendemos en este Seminario de Grado por enfoque constructivista.

2.1. Perspectiva Constructivista del Aprendizaje

Después de la década de los sesenta y tras el gran avance de la psicología cognitiva, se produjo una actitud de cambio en torno a los métodos para lograr aprendizajes en las y los estudiantes. Es así como Piaget, desde una perspectiva epistemológica, concibe el aprendizaje como un proceso cognitivo constructivista, el cual sitúa a los alumnos y alumnas como “gafas perceptivas” (término acuñado por Novack, 1988), pues se involucra en su propio aprendizaje como agentes activos de este proceso.

Esta nueva perspectiva del aprendizaje (Santiuste, sf) compromete a los y las aprendices pues, estos son ahora los encargados de guiar su propio aprendizaje, son quienes construyen estructuras conceptuales identificando similitudes o analogías para “crear” nuevos aprendizajes, dando significado a los nuevos conocimientos adquiridos en las aulas mediante el ejercicio de las facultades mentales, manipulando, procesando y reelaborando la información del mundo que los rodea (Rodríguez, 2002; Larreamendy, 2007).

Esta capacidad cognitiva en la que se sustenta la Perspectiva Constructivista del Aprendizaje según Putnam y Borko (2000), educadores y psicólogos del siglo XX, debe ser comprendida como social, distribuida, construida y contextualizada.

Con respecto a la naturaleza distribuida de la cognición, los autores perciben la cognición no como una propiedad única de las personas, sino que se encuentra distribuida en ellas y otros. Al respecto Putnam y Borko (2000) señalan:

“Al pensar en la cognición distribuida dejamos de centrarnos en el conocimiento del profesor individual y pasamos a centrarnos en el conocimiento y los recursos del profesor en conjunción con las diversas herramientas disponibles. Entre estas herramientas se podrían incluir los vastos recursos de información disponibles a través de Internet y otras personas, como los científicos vinculados a la universidad, que podrían relacionarse con las aulas a través del correo electrónico” (p. 59).

El proceso de aprendizaje es también social, pues se produce a través de la interacción de personas (García, 2009). Actualmente y, con mayor adhesión, psicólogos y educadores reconocen cuan fundamentales son los demás en el proceso de aprendizaje de las y los estudiantes, que no sólo estimula y promueve la construcción individual del conocimiento, sino que también, lo social y cultural como centrales en este proceso (Resnick, Levine & Teasley, 1991 en Ossandón et al., 2009).

Lo anterior, permite destacar el trabajo en equipo, pero no sólo entre pares, sino también, entre docente y estudiante. El trabajo colaborativo, al estimular a las y los estudiantes a trabajar en sus obligaciones escolares en grupos de estudio o a consultar al docente en sus cuestionamientos, acerca a alumnos y alumnas a entender como el aprendizaje es construido.

Este carácter construido de la cognición, nos lleva a considerar el conocimiento previo que estudiantes traen a las aulas (García, Sánchez, 2010) pues, al considerar las ideas del que aprende, el docente puede diseñar experiencias significativas y contextualizadas que amplían y/o modifican los conocimientos de estos, por lo tanto, es indiscutible que el papel que desempeñan las ideas previas de las y los alumnos es fundamental en el aprendizaje (Dewey, 1985; Vygotsky, 1972).

La visión contextualizada de la cognición, en este sentido, obliga a tener en cuenta, a la hora de enseñar, además de las ideas previas de las y los estudiantes, los contextos físicos, ambientales o ecológicos y social interactivo (Suchman, 1987 en Castillo, 2008).

Shuell, siguiendo esta idea de Piaget, elabora una tabla comparativa con “*Supuestos sobre enseñanza y aprendizaje desde tres perspectivas teóricas diferentes*”, conductista, constructivista y constructivista social con el objetivo de diferenciarlas según las siguientes categorías; aprendizaje, enseñanza, rol del profesor, rol del estudiante y rol de los compañeros (Shuell, 1996, en García et al., 2011, p. 106-107) (Anexo 1).

Este Seminario de Grado recoge de Shuell aquellas categorías que permiten precisar la Perspectiva Constructivista del Aprendizaje y que evidencian la directa relación con la Teoría de la Cognición de Putnam y Borko (2000).

Desde el punto de vista del aprendizaje, la Perspectiva Constructivista considera que este se logra a través de una construcción activa y colaborativa, donde se tiene en cuenta el conocimiento previo del estudiante para conectar el nuevo conocimiento y ocurre en la interacción con otros, a través de oportunidades socialmente construidas.

Desde el rol del profesor, esta perspectiva, indica que este es un facilitador o guía, una fuente más de conocimiento, construye oportunidades con los alumnos para la interacción con ideas significativas con materiales del entorno y el ambiente.

Por su parte, el rol de estudiante es activo, co-construye con otros y consigo mismo el conocimiento, por tanto, es también una fuente de conocimiento, por ende no es un ser pasivo en su aprendizaje.

Estas categorías de la Perspectiva Constructivista del Aprendizaje, evidencian que las estrategias para favorecerlo, deben ser diseñadas en un marco de cooperación didáctica entre estudiantes y docentes, más allá del intercambio de información o de instrucciones, deben diseñarse pensando en facilitar el proceso de trabajo cooperativo, proporcionando un espacio de interacción, en donde se integre el quehacer del guía y estudiantes identificando claramente sus roles (Edelson, Pea & Gómez, 1996), para “posibilitar el desarrollo de habilidades de alto nivel que faciliten la construcción del conocimiento lo más sólida y compleja posible estableciendo relaciones significativas entre el conocimiento que ya se posee sobre el tema de aprendizaje y el de nueva aportación” (Barberà, 2006, p. 167).

Estas habilidades de alto nivel², para instituciones Internacionales como PISA (2015), son llamadas “Competencias Científicas” y a nivel nacional, son declaradas por MINEDUC como “Habilidades de Pensamiento Científico”.

Por tanto, la perspectiva constructivista, permite que las y los alumnos aprendan de diversas formas, reelaborando lo que oyen o leen en función de sus ideas previas, capacidades cognitivas básicas, sus interés y necesidades, con aportes de agentes externos, entre otros, por lo que, aquello que aprende no es una reproducción de los contenidos explicados por el o la

²Para profundizar en forma precisa en estas Habilidades de Alto Nivel, en el siguiente subcapítulo se detallarán las Competencias Científicas y las Habilidades de Pensamiento Científico.

guía en el proceso de aprendizaje, sino una construcción conjunta de todos los agentes involucrados en el proceso.

2.2. Competencias Científicas, Habilidades de Pensamiento Científico y Actitudes

El estudio PISA (Programme for International Student Assessment), mediante evaluaciones estandarizadas a jóvenes de 15 años, describe el estado educativo de 65 países pertenecientes a la OCDE. Esta medición la realiza en torno a conocimientos, aptitudes y competencias fundamentales para que las y los jóvenes de hoy se desarrollen personal, social y económicamente (PISA, 2012).

PISA en esta evaluación, considera tres áreas relevantes: lectura, matemática y ciencias naturales pero, para efectos de este Seminario de Grado, nos referiremos a aquellas competencias científicas relacionadas con estas últimas.

Competencia Científica se entiende como “la capacidad de utilizar el conocimiento científico, identificar cuestiones científicas y sacar conclusiones basadas en pruebas con el fin de comprender y ayudar a tomar decisiones relativas al mundo natural y a los cambios que ha producido en él la actividad humana” (OCDE, 1999, 2000, 2003^a en Jara, Torres, 2014, p. 15).

PISA (2015), por su parte, profundiza respecto de lo que se entenderá por alfabetización científica, en términos de un conjunto de competencias que se espera que una persona científicamente alfabetizada posea y que además, se pretende lograr con este Seminario de Grado. Estas se presentan a continuación:

2.2.1. Las Competencias Científicas según PISA (2015)

1) Explicar científica y tecnológicamente fenómenos:

La ciencia ha desarrollado un conjunto de teorías explicativas que transforman el conocimiento y comprensión del mundo natural, permitiendo desarrollar tecnologías capaces de, por ejemplo, mantener la vida humana. La competencia para explicar científica y tecnológicamente fenómenos, por tanto, depende de un conocimiento disciplinar y del manejo de ideas explicativas centrales de la ciencia (*Big Ideas*).

2) Evaluar y diseñar investigación científica:

La meta de la investigación científica es generar conocimiento confiable sobre el mundo natural (Ziman, 1979, en PISA 2015), por tanto, la información recogida y obtenida por observación y experimentación, ya sea en el laboratorio o en el campo, permite el desarrollo de modelos e hipótesis explicativas que permiten elaborar predicciones que puedan ser evaluadas experimentalmente mediante el diseño de procedimientos científicos.

3) Interpretar datos y evidencias científicamente:

La persona científicamente alfabetizada tiene que ser capaz de juzgar si los datos y evidencias son apropiados y si las afirmaciones se justifican. Por ejemplo, la argumentación y la opinión crítica, son esenciales para determinar cuál es la conclusión o interpretación más apropiada respecto de una investigación. El individuo alfabetizado científicamente puede entender que argumentar y criticar científicamente datos o evidencias son esenciales para la construcción de conocimiento en ciencia (PISA, 2015, traducción propia).

2.2.2. Habilidades De Pensamiento Científico

En nuestro curriculum nacional, la capacidad de utilizar el conocimiento científico se propicia a través de HPC entendidas como: “habilidades de razonamiento y saber-hacer involucradas en la búsqueda de respuestas acerca del mundo natural, basadas en evidencia” (MINEDUC, 2009, p. 245).

Las HPC se desarrollan a través de una *práctica escolar* activa de alumnas y alumnos, donde se pretende que logren razonar y reflexionar de acuerdo a lo que conocen y observen, mediante un trabajo práctico para familiarizar a los y las estudiantes con el trabajo investigativo y de reconstrucción histórica de los conceptos científicos que abordan en sus procesos formales de enseñanza.

Por tanto, se trata de propiciar HPC para estimular la observación del entorno, la formulación de preguntas y supuestos investigativos, lograr razonar críticamente respecto a información y evidencias y, argumentar basados en investigaciones de otros evaluando, previamente, estas. Lo anterior, permite elevar el interés y la motivación de alumnos y alumnas por la ciencia, pues profundizan los conceptos y desarrollan habilidades científicas, involucrando sus contextos cotidianos dando mayor sentido al trabajo que realizan.

Las HPC de los niveles educativos para quienes se diseña la Propuesta Didáctica, detalladas en el programa de estudios de ciencias de 7° u 8° año Básico vigente por el Ministerio de Educación son:

- Formular hipótesis.
- Identificar y controlar variables.
- Distinguir entre hipótesis y predicción.
- Diseñar y conducir una investigación para verificar hipótesis.
- Representar información a través de modelos, diagramas y mapas.
- Distinguir entre resultados y conclusiones.
- Formular problemas, elaborando alternativas de solución.

Vinculando Competencias Científicas y HPC en base a lo establecido en Pisa (2015) y MINEDUC (2009), en este Seminario de Grado trabajaremos con lo siguiente:

Competencia científica PISA (2015)	Indicadores PISA (2015)	HPC MINEDUC (2009) (Marco Curricular, actualización 2009, p. 268 y 272)
Explicar científica y tecnológicamente un fenómeno.	Reconocer, ofrecer y evaluar explicaciones para una serie de fenómenos naturales y tecnológicos que demuestran la capacidad de: ✓ Recordar y aplicar apropiadamente conocimiento científico. ✓ Identificar, usar y generar modelos explicativos y representaciones. ✓ Crear y justificar predicciones apropiadas. ✓ Ofrecer hipótesis explicativas. ✓ Explicar las posibles implicaciones del conocimiento de la ciencia por la sociedad.	Distinción entre variable dependiente e independiente e identificación y control de los factores que deben mantenerse constantes para observar el efecto de la variable independiente sobre la dependiente, en casos concretos.
		Elaboración de modelos, mapas y diagramas para representar y comunicar conceptos o problemas en estudio.
Evaluar y diseñar investigación científica.	Describir y evaluar la investigación científica y proponer formas de abordar preguntas científicamente demostrando la habilidad de: ✓ Identificar la pregunta de investigación en un estudio científico dado.	Distinción entre hipótesis y predicciones, y entre resultados y conclusiones, en casos concretos.

	✓ Distinguir preguntas que pueden ser investigadas científicamente. ✓ Proponer formas de explorar una pregunta dada científicamente. ✓ Evaluar formas de explorar una pregunta dada científicamente. ✓ Describir y evaluar una serie de formas que los científicos utilizan para asegurar la fiabilidad de los datos, la objetividad y la generalización de las explicaciones.	Diseñar y conducir una investigación para verificar hipótesis.
Interpretar datos y evidencia científicamente.	Analizar y evaluar datos científicos, afirmar y argumentar en una variedad de representaciones y sacar conclusiones adecuadas demostrando la habilidad de: ✓ Transformar datos de una representación a otra. ✓ Analizar e interpretar datos y sacar conclusiones apropiadas. ✓ Identificar los supuestos, las pruebas y el razonamiento en los textos científicos. ✓ Distinguir entre argumentos basados en evidencia científica y teorías, y aquellos basados en otras consideraciones. ✓ Evaluar argumentos científicos y evidencia de diferentes fuentes.	Redacción de informes que resuman los principales aspectos de la investigación realizada: problema o pregunta a resolver, hipótesis planteada, pasos y procedimientos seguidos, datos y resultados obtenidos, conclusiones relacionadas con la hipótesis planteada. Análisis y discusión del carácter provisorio del conocimiento científico, a partir de relatos de investigaciones contemporáneas o clásicas relacionados con los conocimientos del nivel que muestran cómo éstos han cambiado.

Tabla 2: Vinculación de Competencias Científica (PISA, 2015) y HPC (MINEDUC, 2009).

2.2.3. Actitudes

Esta propuesta pedagógica, pretende desarrollar en las y los estudiantes de 8° E.M. ciertas actitudes inherentes al quehacer científico. Estas son:

- Disposición hacia el trabajo colaborativo.
- El Rigor intelectual.
- La Honestidad en la ejecución de una investigación.
- La Preocupación por las implicancias sociales y ambientales de la ciencia, veracidad y criticidad, aceptación de consejos y críticas, respeto y cuidado del entorno natural.

- Cuidado y seguridad en el trabajo experimental.

Entonces, mediante el desarrollo de Competencias Científicas, HPC y actitudes coherentes con las perspectivas científicas, se espera que alumnos y alumnas por medio de ellas logren integrar los contenidos propios de los ejes temáticos con su entorno.

Por tanto, para posibilitar el desarrollo de HPC son fundamentales las ideas previas y el aprendizaje situado, como se dijo, que tienen las y los estudiantes, aquellas estrategias cognitivas que han adquirido en sus procesos de aprendizajes previos (formales e informales) y de sus propios propósitos e intereses de modo de, construir significados en situaciones nuevas.

Es por esto que, este Seminario de Grado se compromete a promover lo que se detalla en la siguiente tabla:

Habilidades de Pensamiento Científico vinculados con las Competencias Científicas	Actitudes
- Explicar científicamente un fenómeno. - Realizar predicciones justificadamente. - Generar hipótesis explicativas fundamentadas. - Capacidad de realizar preguntas. - Analizar e interpretar información para concluir en forma apropiada. - Relacionar el contenido a un contexto.	- Respetar la opinión de otros. - Disposición para trabajar en equipo. - Trabajar en forma cuidadosa y segura. - Interés por comprender un fenómeno.

Tabla 3: HPC vinculadas con Competencias Científicas y Actitudes a desarrollar en la Propuesta Didáctica *Los Materiales y sus Propiedades*.

Consecuente con lo anterior, a continuación se procederá a explicar las posibles visiones deformadas de la ciencia que se desean evitar en este Seminario de Grado de tal manera, que la propuesta didáctica sea coherente con lo definido anteriormente.

2.3. Visiones deformadas de la ciencia

La literatura señala el alto desinterés de los jóvenes por la ciencia (UNESCO, 2005) y esto nos lleva a preguntarnos cómo se está llevando a cabo la educación científica y qué imagen de naturaleza de la ciencia se proyecta. Estudios realizados en función de los cuestionamientos antes planteados, han evidenciado en ocasiones que la enseñanza transmite visiones de la ciencia que se alejan notoriamente de la forma como se construyen y evolucionan los conocimientos científicos (Fernández et al, 2002). “Visiones empobrecidas y distorsionadas que generan el desinterés, cuando no el rechazo, de muchos estudiantes y se convierten en un obstáculo para el aprendizaje” (Gil Pérez et al., 2005). Por lo tanto, se plantea la siguiente pregunta, ¿Qué visiones de la ciencia y la actividad científica se pretende transmitir a los estudiantes a través de la propuesta didáctica de este Seminario de Grado?

En este sentido, presentamos textualmente *las visiones deformadas de la ciencia*, basados principalmente en los estudios elaborados por UNESCO (2005) y OEI (García et al., 2001, p. 17-18).

“VISIÓN EMPIRISTA Y ATEORICA, resalta el papel de la observación y de la experimentación “neutras (...) olvidando el papel esencial de las hipótesis (...) la enseñanza en general es puramente libresca.

VISIÓN RÍGIDA. En la enseñanza se resalta lo que supone un tratamiento cuantitativo, un control riguroso, olvidando - o incluso rechazando - todo lo que significa invención, creatividad, duda.

VISIÓN APROBLEMÁTICA Y AHISTÓRICA, se transmiten conocimientos ya elaborados. Sin mostrar cuáles fueron los problemas que generó su construcción, cuál ha sido su evolución, las dificultades, etc.; menos aún, las limitaciones del conocimiento actual o las perspectivas abiertas.

VISIÓN EXCLUSIVAMENTE ANALITICA, resalta la necesaria parcialización de los estudios, su carácter acotado y simplificadorio, y olvida los esfuerzos posteriores de unificación y de construcción de cuerpos coherentes de conocimientos cada vez más amplios, así como, el tratamiento de problemas “frontera” entre distintos dominios que pueden llegar a unirse, etc.

VISIÓN ACUMULATIVA, LINEAL, los conocimientos aparecen como fruto de un crecimiento lineal, ignorando las crisis y las remodelaciones profundas.

VISIÓN INDIVIDUALISTA, los conocimientos científicos aparecen como obra de genios aislados, desconociendo el papel del trabajo colectivo (...) Esta visión individualista se presenta asociada, a menudo, con concepciones elitistas.

VISIÓN “VELADA”, ELITISTA: se presenta el trabajo científico como un dominio reservado a minorías

especialmente dotadas, transmitiendo expectativas negativas hacia la mayoría de los alumnos, con claras discriminaciones de naturaleza social y sexual (la ciencia es presentada como una actividad eminentemente “masculina”).

VISIÓN DE “SENTIDO COMUN”, los conocimientos se presentan (...) olvidando que la construcción científica parte, precisamente, del cuestionamiento sistemático de lo obvio.

VISIÓN DESCONTEXTUALIZADA, SOCIALMENTE NEUTRA, se olvidan las complejas relaciones CTS y se proporciona una imagen de los científicos como si fueran seres “por encima del bien y del mal”, encerrados en torres de marfil y ajenos a las necesarias tomas de decisión.”

Tabla 4: Posibles Visiones deformadas acerca de la ciencia que inciden en los procesos de enseñanza.

Este Seminario de Grado, tiene como propósito fomentar la comprensión de fenómenos cotidianos relacionados con las propiedades mecánicas que presentan determinados materiales al ser sometidos a esfuerzos de cortes o a presiones. Está dirigido, como ya se mencionó, a estudiantes de 7° u 8° año de Enseñanza Básica para desarrollar habilidades de pensamiento científico por lo tanto, las posibles visiones deformadas de la ciencia que debemos evitar en este Seminario de Grado serán;

- Visión Descontextualizada de la Ciencia.
- Visión Individualista y elitista de la Ciencia.
- Visión Aproblemática y Ahistórica de la Ciencia.

La propuesta didáctica cuidará entonces ser contextualizada y construida de acuerdo a la perspectiva constructivista, respetará la naturaleza de la cognición, en el sentido que ella, además es social y distribuida, y evitará plantearse según lo que presenta como las visiones de la ciencia, motivando a través de lo antes mencionado “Experiencias Discrepantes”, que provocan un conflicto cognitivo, tal que debele ideas previas y con ello permita a los estudiantes, por medio de trabajos prácticos, generar la comprensión de fenómenos físicos relacionados con *Los Materiales y sus Propiedades* donde evidenciarán que la actividad científica no es producto de la investigación aislada de científicos, que esta no ha surgido por la ocurrencia autónoma de alguien, sino que ha surgido de las necesidades que se han manifestado a través de la historia, entre otros.

A continuación, ahondaremos en lo que se entiende por Experiencias Discrepantes.

2.4. Experiencias Discrepantes

Las Experiencias Discrepantes (ExD), según Barbosa (2008), son diseños experimentales que al manipular manifiestan un fenómeno impactante o contraintuitivo para el estudiante pues el fenómeno que se genera no es aquel que el observador está esperando. De otra manera se puede decir que un ExD exhibe una fenomenología sorpresiva, inesperada, paradójica y que ofende la intuición de quien lo observa.

Las ExD pretenden, de manera lúdica y cautivante, llegar a distinta población de estudiantes y favorecer el aprendizaje activo de la física, pues este escenario, genera la posibilidad de que el alumno juegue y con ello aprenda a observar, a desarrollar su creatividad y a mejorar su intuición física. Consecuencia que se genera cuando las y los estudiantes recurren a metáforas, analogías y modelos para comprender fenómenos que se les presentan (Barbosa, 2008; Barbosa, Mora-Ley, 2011; Barbosa, Talero, Rodríguez & Hernández, 2011).

Este tipo de experiencias generan un desequilibrio en las y los alumnos que las realizan, debido a que ellos no poseen las ideas previas necesarias para entender el fenómeno, sin embargo, logran captar el interés de estos, por lo tanto, las ExD conciben diversas fortalezas pedagógicas que posibilitan ejercitar capacidades intelectivas³ (HPC) como observar, interrogar, conjeturar, abstraer, entre muchas otras (Barbosa, Mora-Ley, 2011).

El siguiente gráfico evidencia cómo las ExD fortalecen HPC de estudiantes al relacionarse con estas, en contra posición con los logros que se generan con experiencias tipo receta o más conocidas, como el método tradicional de *prácticas escolares*.

³Capacidades Intelectivas, se entenderán, en este Seminario de Grado, al equivalente a las HPC que se promueven en el Curriculum Nacional.

“Para hacer preguntas esenciales y efectivas al fenómeno observado que develen su comprensión, para hacer conjeturas e idear experimentos o razonamientos para contrastarlas, para identificar patrones e idear mecanismos de explicación del fenómeno que sean coherentes y consistentes, para predecir comportamientos en el proceso de contrastar sus conjeturas mediante los mecanismos ideados” (Barbosa, Mora-Ley, 2011, p. 566).

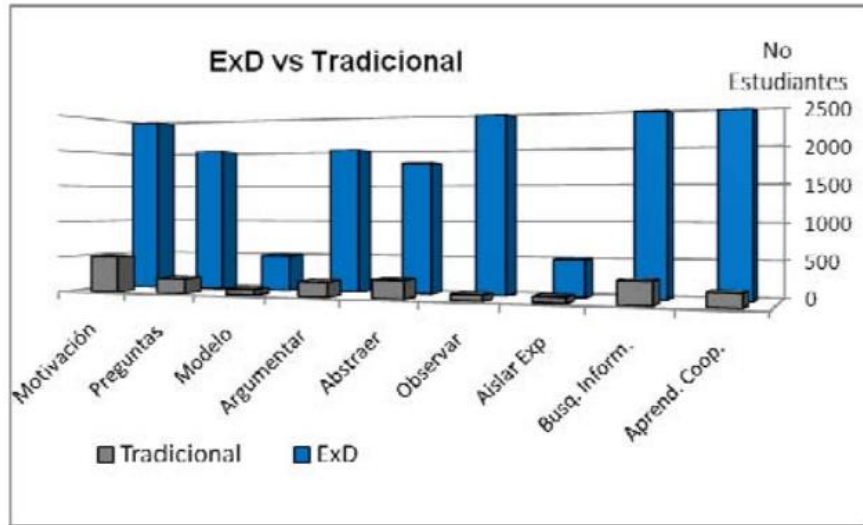


Ilustración 1: Capacidades intelectivas ejercitadas o el nivel de comprensión de ExD versus Experiencias tradicionales (Barbosa, 2008, p. 250).

A diferencia del método tradicional, donde las explicaciones son realizadas por los docentes, las ExD, generan una “obligación” de explicación por parte de las y los alumnos. La génesis de este requisito surge por la disonancia cognitiva⁴ que se presenta entre lo intuitivo y lo sucedido, por ende, como el hecho físico no puede ser cambiado, para superar esta disonancia se debe cambiar de idea interaccionando con el fenómeno para notar el porqué de este. En este proceso, se visibilizan también las ideas previas.

De acuerdo a resultados del autor antes citado, la forma de reducir la disonancia cognitiva origina un estímulo en el estudiantado que favorece:

- La cautivación y el asombro.
- El aprendizaje por pares.
- Ejercitación de la observación sistemática del evento.
- El surgimiento de modelos para explicar.
- Amplia discusión y contraste entre estudiantes.
- Amplia interrogación y conjeturación.
- Desarrollo de un pensamiento crítico.
- Mejoramiento del discurso científico.
- Necesidad de búsqueda de información.
- Y en general, actitud científica.

⁴“Se produce cuando se percibe dos informaciones contrarias de un mismo estímulo o mantiene al mismo tiempo dos pensamientos que están en conflicto. Es decir, presenta incompatibilidad de dos cogniciones simultáneas” (Barbosa et al., 2011, p. 247).

La mayor conclusión del autor, es que la intuición física no solo se vincula con la capacidad de aprendizaje de la o el estudiante, sino que también con su posibilidad de discernimiento en aspectos circunstanciales de una situación o fenómeno físico. Entonces señala;

“(…) si un estudiante identifica los aspectos esenciales para que se dé el fenómeno, su necesidad de búsqueda de información se centrará en los modelos y conceptos que permitan dar cuenta del problema estudiado y por ende reducirá su disonancia. En este caso ocurrirá una comprensión y un aprendizaje efectivo, duradero y con todos los adjetivos que el lector quiera ponerle” (Barbosa, Mora-Ley, 2011, p. 566).

Por lo tanto, la intuición física, está relacionada con la habilidad que se tenga de usar recursos como: metáforas, analogías y modelos y, con la capacidad que tiene el o la estudiante de agudizar su ingenio o perspicacia a través de sus HPC.

Las ExD son “escenarios que permiten vivenciar la ciencia (…) concederán un ambiente favorable de aprendizaje significativo, duradero y transferible ya que la interacción indudablemente moviliza e involucra a los actores” (Barbosa et al., 2011, p. 179), por ende, este tipo de experiencias involucra al colectivo que aprende, pues mediante su interacción, la comunidad logra un aprendizaje.

Las ExD han ayudado, no solo a las y los alumnos a vincularse con las ciencias físicas pues, a través del asombro que les genera este tipo de experiencias, también continúa el autor, se han involucrado sus familias a la hora de construir y hacer funcionar dicha experiencia, además de vincularse mucho más con sus pares al compartir aquellas ideas gratificantes para ellos.

En cuanto a los profesores que emplean Experiencias Discrepantes, éstas han contribuido en que éstos, propongan desafíos de modelos teóricos, en las ideas de realizar proyectos de investigación en enseñanza-aprendizaje de la Física, entre otras muchas. Por lo tanto, “las ExD han movilizado estudiantes y profesores, pero también directivos y pares externos” (Barbosa et al., 2011, p. 179).

El condimento esencial de las Experiencias Discrepantes es la diversión y asombro que proporcionan esta práctica, la interacción con el fenómeno promueve una variada gama de capacidades, por ejemplo, la observación sistemática, la conjeturación, la búsqueda de modelos para describir, el debate, pensamiento crítico, en resumen una postura científica dentro de una microsociología cautivante.

Este Seminario de Grado, pretende entonces, diseñar cuatro trabajos prácticos que sean motivadores para el aprendizaje de la física, o sea, que despierten el interés de alumnos y

alumnas por ella, que tengan un sentido apropiado para ser comprendidos y promover aprendizajes significativos mediante metodologías activas de alto nivel de indagación.

Los cuatro trabajos prácticos diseñados contemplan como estrategia y fundamento las ExD, pues generan una disonancia cognitiva en las y los estudiantes, sorprendiéndolos y motivándolos a aprender ciencia.

Las ExD se encuentran bajo lo que se denomina Metodologías Indagatorias, lo que se desarrollará a continuación.

2.5. Metodologías Indagatorias

El término indagación posee muchos significados distintos en la literatura educativa dependiendo del enfoque al cual apunta. Barrow 2006 (en Lagarón, sf), por ejemplo, señala que la indagación puede entenderse como, una capacidad cognitiva a desarrollar por parte del alumnado. Se entiende por indagación una serie de destrezas científicas que deben adquirir, sin embargo, existe cierta ambigüedad en el tipo de destrezas, por un lado, se consideran como habilidades manipulativas⁵ (realizar gráficos, mediciones, interpretar datos) y, por otra parte, relacionan conocimiento que se adquiere de las prácticas y conceptos que se utilizan en una investigación científica (repetición de medidas para minimizar errores o poder controlar las diversas variables de un determinado experimento, entre otras). Es decir, se entiende indagación como una actividad inherente de la práctica científica (Millar, Lubben, Gott & Duggan, 1995, en Lagarón, sf; Jiménez-Áleixandre, 2011; Kelly, Duschl, 2002).

La indagación, desde el enfoque del aprendizaje por su parte, es un proceso cognitivo de razonamiento, argumentación, exploración, entre otras, impulsado por la curiosidad, el asombro, goce e interés de quien aprende ciencias, por tanto, debe ser entendida como una metodología que busca facilitar el proceso de construcción de explicaciones de alumnos y alumnas para dar significado a diversos fenómenos (Giere, 1991, en Lagarón, sf).

Desde esta perspectiva, Martin-Hanse (2002) (Díaz, Jeraldo & Tapia, 2013) establece cuatro formas de indagar:

- Indagación abierta: centrada en los y las aprendices cuyo objetivo es responder una interrogante mediante el diseño y realización de un experimento o investigación para comunicar resultados.
- Indagación guiada: los y las alumnas son guiados en el proceso indagativo por el docente.
- Indagación acoplada: complemento entre la indagación abierta e indagación guiada.
- Indagación estructurada: los y las estudiantes concluyen mediante la dirección del docente.

Diversos autores coinciden al señalar que es necesario llevar el trabajo práctico al aula mediante la indagación para que las y los alumnos evidencien el quehacer de un científico cuando realiza una investigación y, para motivarlos a realizar ciencias (Lagarón, sf; Arenas, 2013, en Jara, Torres, 2014).

⁵ Estas habilidades manipulativas en este Seminario de Grado, se relacionan con HPC y Competencias Científicas.

Una de las principales metodologías que se ocupan para ello, es la conocida Enseñanza de la Ciencias Basada en la Indagación, ECBI (Charpak, Léna y Quere, 1998), que se detalla a continuación.

2.5.1. Enseñanza de la Ciencias Basada en la Indagación

La metodología ECBI se fundamenta principalmente en dos ideas, acercar a estudiantes al quehacer científico y motivarlos mediante actividades innovadoras indagativas, donde puedan observar en profundidad un fenómeno o situación determinada (Lagarón, sf, p. 2-3).

Existe una gran variedad de procedimientos y enfoques ECBI, pero todos ellos se caracterizan por:

“Girar en torno a un escenario de enseñanza-aprendizaje de investigación, generalmente de tipo práctico (observaciones, experimentos,...), donde los alumnos se plantean preguntas y obtienen sus propios datos, dar importancia a la actitud y motivación de los estudiantes, otorgándoles un papel muy activo y protagonista (...) se les propone trabajar en grupo y se les da (...) autonomía y capacidad de decisión y elección que en el aula tradicional. Por contraposición a lo anterior, enfatizar la importancia de un papel más pasivo del profesor, usando generalmente la idea de “guía” y “facilitador” de la indagación. Organizar la instrucción en etapas o fases, siguiendo un cierto ciclo que emula la investigación científica real” (Lagarón, sf, p. 3-4).

Estas fases se resumen en cuatro etapas, cada una de las cuales se caracterizan según Arenas (2013).

- Etapa de focalización: aprendices exploran y explicitan ideas previas respecto a lo que se desea investigar como punto inicial de la indagación. Se debe iniciar esta etapa con contextualizaciones motivante y cercana al estudiante o preguntas inquietantes que permitan a los y las estudiantes reflexionar sobre la temática propuesta y al docente, recoger las preconcepciones o ideas previas del tema en cuestión. Fundamental en esta etapa, el contraste de ideas entre pares para obtener resultados de aprendizajes óptimos.
- Etapa de exploración: aprendices realizan una experiencia elegida cuidadosamente con el objetivo de poner a prueba sus ideas previas. Es importante que ellos verifiquen sus conocimientos y si estos se ajustan a la realidad mediante la generación de sus propios

procedimientos experimentales siendo guiados por la o el docente para probar sus hipótesis. Se deben registrar todas las observaciones que permitan verificar o refutar la hipótesis.

- Etapa de comparación o contraste: este momento es primordial para contrastar predicciones y resultados experimentales. Aprendices elaboran sus propias conclusiones y el docente debe introducir conceptos y términos que beneficien y fortalezcan los aprendizajes. Luego de esto, cada alumno y alumna expone su deducción y la clase establece un resultado genérico, así entre todos, construyen su propio aprendizaje.
- Etapa de aplicación: aprendices ponen a prueba sus nuevos aprendizajes, resolviendo problemas contextualizados, para aplicar y transferir lo que han aprendido. Esta etapa permite al docente evaluar si los y las estudiantes han logrado de manera eficaz el resultado de aprendizaje (Jara, Torres, 2014).

A pesar de que esta metodología pareciese ser idónea para desarrollarla en el contexto educativo, diversos estudios (Hattie, 2009; Cobern et al., 2010, en Lagarón, sf) han mostrado que el enfoque ECBI no genera mejores resultados que los obtenidos utilizando otras metodologías, sin embargo, esto no quiere decir que el enfoque ECBI no obtenga resultados adecuados, ya que también existen muchos estudios en donde se muestran resultados positivos (Hmelo-Silver, Duncan & Chinn, 2007; Minner et al., 2010, en Lagarón, sf).

Los principales problemas que surgen en torno a ECBI se detallan a continuación:

- “1. Reducir la actividad científica en el aula a indagaciones que sólo sirven para aprender a indagar, dejando en un segundo plano el contenido científico y conceptos que busca desarrollar la ciencia.
2. Entender por Calidad del proceso de enseñanza - aprendizaje a la motivación y actividad de los estudiantes, confundiendo estar activo físicamente con estar activo intelectualmente.
3. Restarle importancia al profesor en el proceso de aprendizaje del alumnado, en donde el profesor adopta en muchas oportunidades un rol demasiado pasivo y no se involucra en la clase.
4. Desconexión con el quehacer científico (ideas, la teoría, conocimiento entre otros), en donde se simplifican demasiado los contenidos que se enseñan, por lo que los alumnos

no son desafiados intelectualmente, generando entre otras cosas una visión deformada de la ciencia” (Lagarón, sf, p. 5).

En base a lo anterior es que dentro de la propuesta ECBI, se han generado metodologías que pretenden mejorar estos problemas, dentro de las cuales destacan dos, una orientada a la argumentación por parte del alumno (ADI) y otra a la construcción de modelos (MBI):

2.5.1.1. Indagación orientada a argumentar (ADI)

La metodología ADI (*Argument - Driven Inquiry*), consiste en incentivar la participación en las investigaciones científicas de alumnos y alumnas con la finalidad de construir explicaciones basadas en pruebas, un papel del discurso de aula como medio para negociar significado a través de la coordinación entre afirmaciones y pruebas, y los beneficios de hacer el pensamiento visible a través del razonamiento público (Zemba-Saul, 2009, en Lagarón, sf). Es decir, se basa en el discurso del alumno y por lo tanto en su capacidad de razonamiento al momento de generar una idea y sobre todo de poder comunicarla de forma eficiente.

2.5.1.2. Indagación Centrada en Modelizar (MBI)

La metodología MBI (*Model – Based Inquiry*) consiste principalmente en “desarrollar explicaciones defendibles de cómo funciona el mundo natural” (Windschitl, Thompson & Braaten, 2008, p.15); en donde se propone el proceso de aprendizaje como una indagación, pero enfocada a la construcción de modelos (modelización).

Un modelo se entenderá de manera amplia como una representación mental que utilizan los científicos para razonar, es decir para entender y explicar un fenómeno (Clement, 1989; Giere, 1999, en Justi, 2006; Gilbert, 1993, en Justi, 2006; Nersessian, 1999). En este contexto, los modelos tienen como principal función el ser representaciones creadas por los humanos de fenómenos naturales y el mundo que nos rodea (Giere, 1999, en Justi, 2006).

Además los modelos se pueden utilizar para: “simplificar fenómenos complejos; ayudar en la visualización de entidades abstractas; servir de apoyo en la interpretación de resultados experimentales; servir también de ayuda en la elaboración de explicaciones y en la propuesta de previsiones” (Justi, 2006, p. 175).

Específicamente en el ámbito de la ciencia escolar, un modelo se entenderá como:

“Una representación de una idea, objeto, acontecimiento, proceso o sistema, creado con un objetivo (...) la palabra representación no se usa solamente en aquellos casos en los que exista un tipo de exhibición de aspectos visuales de la entidad modelada, sino también como una representación parcial que al mismo tiempo «abstrae de» y «traduce de otra forma» la naturaleza de esa entidad” (Justi, 2006, p. 175).

Además, los modelos no solamente son explicaciones del mundo natural, sino que sirven de nexo entre la realidad y las teorías debido a que son objetos autónomos, es decir, tienen características propias e independientes del fenómeno que explican, por tanto su potencialidad en el ámbito educativo es muy amplio, pues el aprendizaje puede lograrse al construir un modelo o al usarlo (Morrison, Morgan, 1999, en Justi, 2006).

Es importante destacar que cuando enseñamos ciencias en la escuela, generalmente se muestran modelos simplificados de los modelos científicos, estos se denominan *modelos curriculares* y para poder representarlos se utilizan comúnmente maquetas, dibujos, simulaciones y analogías.

Por tanto, las y los profesores se proponen plantear problemas que tengan significado, estimulan la indagación y el descubrimiento, toman los puntos de vista y conocimientos de los estudiantes y se crea, entre ambos, el proceso evaluativo (Brooks, Brooks, 1993, en Educarchile el 24-09-2015 a las 14.53 hrs.).

Estas metodologías indagatorias, permiten evaluar como alumnos y alumnas construyen sus propios aprendizajes científicos, por tanto y para complementar la forma de evaluación que se propician en las actividades indagatorias, se profundizará la denominada “Evaluación Auténtica” que es la considerada en este Seminario de Grado para evaluar los trabajos prácticos diseñados.

2.5.2. Evaluación Auténtica

La Evaluación Auténtica se entiende como un enfoque de evaluación que parte asumiendo que el aprendizaje es “un proceso de creación de significado, utilizando conocimientos previos y la información nueva, para crear una síntesis o reflexión que tenga sentido. Se involucran procesos emocionales, de motivación, cognitivos y sociales” (EducarChile, visitado el 24-09-2015 a las 17:45 hrs).

Este tipo de evaluación constituye una instancia destinada a mejorar la calidad de los aprendizajes, permite aumentar la probabilidad de que todos los alumnos y alumnas aprendan.

Al evaluar en forma procesual, posibilita la regulación de los aprendizajes retroalimentando en el acto, valorando el error para trabajar, a partir de ellos, mejorando los procesos involucrados para lograrlos.

Este tipo de evaluación, cambia el paradigma evaluativo entendido como unidireccional, pues ya no está bajo la única responsabilidad del docente, sino que se convierte en algo colaborativo y multidireccional, donde hay autoevaluación de alumnos y alumnas y co-evaluaciones entre pares, que fomentan la participación y responsabilidad en los resultados de aprendizaje de estos, propiciando autonomía y metacognición para entender qué, cómo y para qué se está aprendiendo, comprendiendo sus propios procesos cognitivos.

La Evaluación Auténtica es coherente con las actuales comprensiones del aprendizaje y la enseñanza, privilegia la actividad de alumnos y alumnas, contemplando sus características e ideas previas e incluyendo los contextos donde ocurre el proceso de aprendizaje. Considera los diferentes ritmos y estilos de aprendizaje al evaluar habilidades, actitudes y contenido, lo que permite que el docente desarrolle estrategias pedagógicas diferenciadas. Reorienta el trabajo escolar, pues busca promover la indagación, exploración, la búsqueda de información y la construcción de significados para resolver problemas.

Todo lo anterior muestra que la Evaluación Auténtica representa un cambio de paradigma, ya que considera las diferencias en los estudiantes, los ubica en un contexto conocido para ellos y les presenta situaciones que dejan aprendizajes significativos, que los vincula con su evaluación y aprendizaje.

2.6. Modelo Epistemológico de Referencia (MER)

Las teorías que sustentan el Modelo Epistemológico de Referencia (MER) del presente Seminario de Grado, tanto desde la perspectiva didáctica, como el conocimiento del contenido se detallan a continuación.

2.6.1. Teoría Antropológica didáctica

La Teoría Antropológica Didáctica (TAD) propone modelar toda actividad humana mediante una herramienta llamada praxeología (Bosch, García, Gascón & Higuera, 2006).

Se entenderá por praxeología el significado institucional de un *objeto matemático* (Chevallard, Bosch & Gascón, 1997), por lo tanto, una praxeología que se vinculará al ámbito de Física, será entendida como una significación de un objeto matemático (o físico en este caso) desde dos dimensiones:

- La dimensión praxémica (Praxis), la cual se encuentra constituida por los problemas, registros semióticos (notaciones, simbología) y técnicas (problemas, ejercicios, etc.) de un determinado objeto físico o matemático.
- La dimensión discursiva (Logos) en donde se encuentran los argumentos, propiedades y conceptos que regulan la dimensión praxémica.

De manera análoga, entenderemos por praxeología didáctica (Chevallard, 1997) como una praxeología física o matemática, con la diferencia que en la dimensión praxémica, se hace referencia a las tareas del profesor y el alumno y, a las técnicas de estudio y de ayuda al estudio.

Según Chevallard (1999), existen cuatro elementos que forman la estructura de la praxeología u organización, en nuestro caso física-matemática y que favorecen y promueven el aprendizaje, los que son: *tareas*, *técnicas*, *teorías* y *tecnologías*. Relaciona las primeras dos con la praxis (saber-hacer) y las últimas con el logos (saber).

Una *tarea* es la acción sobre un objeto particular. Un tipo de tareas es la acción que puede recaer sobre un diverso tipo de objetos y por último, los géneros de tareas son aquellas en las que se menciona la acción pero no se especifica el objeto sobre el que esta recae.

El segundo elemento, *técnicas*, se refiere a la relación existente entre un tipo de tareas y la manera de realizarlas. Una técnica puede ser útil para un tipo de tareas, pero no para otro, por lo que es necesario hacer evolucionar las técnicas constantemente para poder resolver tareas cada vez más complejas.

La *tecnología* permite describir, explicar y justificar por qué una técnica funciona. Además, si se maneja adecuadamente, puede dar lugar a nuevas técnicas, ayudando a resolver distintos tipos de tareas.

Por último, la *teoría*, explica la tecnología, como la tecnología explica la técnica. Es un nivel más profundo de explicación, más cerca del *saber sabio*.

La TAD, entonces, define la praxeología llamada Organización Matemática (OM), (Corica, Otero, 2009; Navarro, 2007) que ampliaremos a Organización Física (OF) como aquella que se constituye en torno a una o varias tareas físicas, que conducen a la creación de técnicas físicas, las cuales se sustentan en tecnologías físicas desarrolladas en un marco de teoría física.

Ese marco de teorías, la TAD lo nombra Modelo Epistemológico de Referencia (MER) que representa un conjunto articulado de praxeologías, desde una visión del saber sabio, que incluye aspectos físicos, históricos y la evolución del mismo, para comprender no solo el saber sabio, sino establecer una base firme para analizar las organizaciones físicas y didácticas.

En este sentido, el MER que sustenta este Seminario de Grado, será diseñado pensando en que debe proporcionar todas aquellas teorías que permiten comprender el diseño didáctico referido a “*Los Materiales y sus Propiedades*”.

2.6.2. Evolución del concepto de Estados de la Materia

Desde la antigüedad, se ha intentado explicar la composición de la materia y las propiedades que tiene esta. Los griegos fueron los primeros que intentaron crear una explicación y teoría coherente con toda la materia existente a nuestro alrededor y existían dos teorías acerca de la composición de la materia, una teoría continua de la materia y una teoría discreta de la materia (Reig, 2012).

2.6.2.1. Teoría continua de la materia

La teoría continua de la materia fue ideada por Aristóteles, y establecía que la materia se encontraba constituida por cuatro elementos: tierra, agua, aire y fuego. Según Aristóteles, toda la materia se formaba por la mezcla de estas cuatro sustancias.

Esta teoría tenía una base más bien filosófica, y si bien es cierto generaba algunas explicaciones de ciertos comportamientos como por ejemplo la idea de que existía un orden natural en los elementos desde el suelo hasta la superficie, tierra, agua, aire y fuego; no lograba explicar la gran complejidad de la materia que nos rodea.

A pesar de lo anterior, esta teoría tuvo mucha aceptación durante mucho tiempo y no fue hasta el siglo XIX en donde tomo fuerza la teoría discreta de la materia la cual se basa en la teoría cinética molecular (Reig, 2012).

2.6.2.2. Teoría cinética molecular

En el siglo V a.C., surgió la noción de que la materia podía ser discreta. Los filósofos Leucipo y Demócrito fueron los primeros en aventurar esta teoría, estableciendo que la materia se encontraba constituida por pequeñas partículas llamadas átomos (a=sin, tomo=división), aunque no poseían la base científica teórica para sustentar esta hipótesis.

Más adelante, en el año 1803, John Dalton utilizó la concepción de átomo para establecer las reglas básicas para las leyes de la química, para diferenciar los elementos químicos y los compuestos así como la idea de que la materia no se crea ni se destruye, solo se transforma.

Utilizando la idea de que la materia se encuentra constituida por pequeñas partículas llamadas átomos, los científicos L.E. Boltzmann y J.C. Maxwell construyeron la teoría cinética molecular, la cual establece los siguientes postulados:

1. "La materia está formada por un conjunto de átomos y moléculas en continuo movimiento".
2. "El tamaño de las partículas es despreciable frente a la distancia que las separa entre sí".
3. "Las partículas chocan entre sí, y con otras superficies, de manera elástica" (Reig, 2012).

Así, estos tres postulados definen la composición de la materia, siendo el primer postulado sencillo de comprender debido a la evidencia científica que sustenta dicho postulado. Sin embargo, pensar en las partículas en un continuo movimiento no es intuitivo y de hecho el grado de libertad de movimiento de las partículas es lo que determina lo que se conoce como estados de la materia.

En la actualidad, los Estados de la Materia, son definidos principalmente desde un punto de vista macroscópico sin profundizar en la Teoría Cinética Molecular. Esto se debe

principalmente, a que los estados de la materia se consideran un conocimiento introductorio para diferentes unidades a lo largo de los Planes y Programas de Ciencia, en consecuencia, estos términos son abordados en forma cualitativa, pues se definen según sus características “observable”. A demás, solo se utilizan para clasificar materiales en tres categorías, pues no se considera la existencia de materiales que no se comportan en forma estandarizada y necesitan una clasificación más profunda.

Desarrollado el Marco Teórico de este Seminario de Grado, basado esencialmente en la Perspectiva Constructivista, en la naturaleza de la Cognición según Putnam y Borko (2000), en las Visiones deformadas de la Ciencia, las ExD y las metodologías Indagatorias, procedemos a presentar el Capítulo III: Marco Metodológico de este Seminario de Grado.

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se abordará el tipo de investigación que se realizará a través de la implementación de la propuesta a diseñar, además se explicitará en él, los criterios que se utilizarán para la creación de la propuesta pedagógica basados en los objetivos específicos planteados, para terminar, con la estructura de los trabajos prácticos que se proponen como componente fundamental en el diseño de la propuesta didáctica.

3.1. Tipo de investigación

La metodología de investigación en la que se basa este Seminario de Grado es de tipo Mixta, pues a través del uso de la metodología cuantitativa y cualitativa se pretende realizar una triangulación de información que valide la Propuesta Didáctica.

La metodología mixta fue descrita por Jicken 1979 (en Pérez, 2011) y será entendida como aquella en que se utilizan técnicas e instrumentos proporcionados por paradigmas cualitativos y cuantitativos.

La investigación Mixta permite triangular de mejor manera los datos obtenidos al complementar las metodologías antes mencionadas. Bajo esta idea, se explicará de manera concreta que se entenderá por Metodología Cuantitativa y Metodología Cualitativa.

La *metodología cuantitativa* se basa, según Olabuénaga (2012), en la teoría positivista del conocimiento e intenta describir y explicar los acontecimientos y fenómenos del mundo social, de tal manera, que al finalizar la investigación se formulen generalizaciones o explicaciones objetivas. Esta investigación está apoyada en evidencias empíricas y llevan al análisis de las relaciones existentes entre dichas evidencias.

Toda investigación que utilice la metodología cuantitativa supone la existencia de una estructura básica, concebida como leyes o relaciones empíricas y se utilizan técnicas que ya están estandarizadas y controladas para las situaciones a investigar. Al tratarse de evidencia empírica, es decir, de evidencias reproducibles y replicables, a esta metodología se le considera fiable y válida.

Los *métodos cualitativos* parten suponiendo que el mundo es un mundo social construido con significados y símbolos, por ello, las técnicas cualitativas, buscan reconstruir este mundo dando significado a los conceptos y acciones de la situación estudiada para describir y comprender los

medios a través de los cuales, los sujetos se embarcan en acciones significativas y crean un mundo propio (Olabuénaga, 2012).

Dentro de las características principales de esta metodología se pueden mencionar que este tipo de investigación es inductiva, es decir, a partir de particularidades se obtiene una conclusión y que además tiene una perspectiva holística, esto significa, considera el fenómeno como un todo. Principalmente, es un método para generar teorías e hipótesis, no tiene reglas de procedimientos y, en los métodos de recogida de datos, las variables no quedan definidas completamente, ya que están ligadas al cambio de la investigación. La base de esta metodología está muchas veces en la intuición, siendo de naturaleza flexible y evolutiva, y generalmente no permite un análisis estadístico, aunque en algunos casos como en el de esta investigación, se utilizará a modo de herramienta para la comparación de resultados, pero no siendo el principal análisis (Corbetta, 2003).

Robert Faulkner (en Olabuénaga, 2012) nota que en la actualidad existe una gran división entre el trabajo investigativo cuantitativo y cualitativo, lo que significa que métodos, diseños y cuestiones nuevas e innovadoras, rara vez encuentran oportunidad de interpolación. Por este motivo, conviene practicar la triangulación y el uso complementario de ambas metodologías.

3.2. Tipo de Recolección de Datos

Este Seminario de Grado mediante la investigación mixta (cuantitativa y cualitativa) recogerá información de los alumnos participantes de Octavo Básico (8° E.B.) con una rúbrica en escala de Likert centrada en habilidades y actitudes que se pretenden propiciar con la propuesta pedagógica diseñada, donde los estudiantes se autoevalúan y co-evalúan a sus compañeros. Además, se solicitará la opinión de profesores de aula y de expertos para triangular la información y analizarla de tal manera, de optimizar la propuesta.

De igual forma, estos datos serán analizados en forma cuantitativa, valorizando las categorías, organizando los datos en tablas y gráficos para obtener promedios y desviación estándar que nos proporcione información más objetiva sobre la propuesta diseñada.

Lo anterior permitirá optimizar la propuesta didáctica, ya que se podrá contrastar ambas metodologías, logrando un mejor y mayor análisis de los resultados. A continuación, se describen los criterios de construcción de dicha propuesta didáctica, para continuar con el proceso de optimización de la misma.

3.3. Etapas y Criterios de Construcción de la Propuesta Didácticos

Una vez establecida la Fundamentación Teórica en que se sustenta este Seminario de Grado, es necesario señalar, en forma general, qué criterios sustentan la construcción de los Diseños Didácticos escogidos.

3.3.1. Selección de la Primera Gran Idea de la Ciencia

La propuesta didáctica *Los Materiales y sus Propiedades*, es un diseño que pretende contextualizar la ciencia con el estudio de materiales cotidianos, desde elementos de cocina como la maicena, hasta elementos de la naturaleza como la arena. Sin embargo, el estudio de los materiales no es una unidad establecida en los Planes y Programas de MINEDUC pero, para efectos de esta propuesta, se seleccionó como eje transversal “La materia y sus transformaciones” con el objetivo de ubicar la propuesta en un contexto educativo dentro de los parámetros Ministeriales, pues se seleccionó la primera de las Diez Grandes Ideas de la Ciencia (Harlen, 2012), por su potencialidad para comprender fenómenos físicos mediante *Los Materiales y sus Propiedades*, además de que esta idea, es una de las ideas principales de las Nuevas Bases Curriculares de Ciencia de Séptimo Básico a Segundo Medio (2013). Esta Gran idea de la ciencia, establece que “Todo material en el Universo está compuesto de muy pequeñas partículas”. Por su riqueza, se señalará textualmente el fundamento que da la propia W. Harlen respecto de las razones de esta primera *Big Idea*.

“Todo lo que 'constituye las cosas' que se encuentran en la vida cotidiana, incluyendo el aire, el agua y diferentes tipos de sustancias sólidas, se llama material, ya que tiene masa y ocupa espacio. Los distintos materiales se reconocen por sus propiedades, algunas de las cuales se utilizan para clasificarlos como sólidos, líquidos o gaseosos. Cuando algunos materiales se combinan forman un nuevo material con diferentes propiedades que el material original, otros materiales simplemente se mezclan sin cambio permanente y se puede separar de nuevo (...) Si un material se dividiera cada vez en partes más y más pequeñas, se podría comprobar que está hecho de partes, partículas, tan pequeñas que no pueden ser vistas ni con el microscopio. Estas partículas no se encuentran en un material, sino que son el material. Todas las partículas en un material particular son iguales entre sí y diferentes a las de otros materiales. Las partículas no son estáticas sino que se mueven al azar en distintas direcciones. La velocidad a la que se mueven se experimenta como la temperatura del material. Las partículas pueden atraerse o repelerse entre sí. Las diferencias entre sólidos, líquidos y gases pueden explicarse en términos del movimiento de

las partículas y la separación, y la fuerza de la atracción entre las partículas vecinas. Cuanto más fuerte es la fuerza de atracción entre las partículas, más energía se necesita para separarlas, por ejemplo en el paso de sólido a líquido o de líquido a gas (...) La parte más pequeña de un material se llama átomo (...) Las propiedades de los diferentes materiales se pueden explicar en términos del comportamiento de los átomos o grupos de átomos de los cuales están hechos” (Harlen, 2012, p. 49-51).

3.3.2. Vinculación de la Primera Big Idea de la Ciencia con los Contenidos Tratados en los Trabajos Prácticos diseñados

La gran idea de ciencia seleccionada, permite establecer aquellos contenidos que se abordarán en los trabajos prácticos, los cuales pretenden dar explicación a ciertos fenómenos relacionados con “*Los Materiales y sus Propiedades*”. Estos son:

- Los Estados de la Materia: en este se abordan los estados de la materia desde el punto de vista de la fuerza intermolecular entre sus partículas, basados principalmente en la teoría cinético-molecular.
- Entre Sólido y Líquido: en este se analiza la arena como material granular y como esta se comporta de manera sólida o líquida, dependiendo de si existen enlaces entre sus partículas.
- ¿Fluye o se Rompe?: en este caso se analiza bajo qué condiciones un material fluye o se rompe, además se observa el comportamiento de un fluido no newtoniano.
- Propiedades Mecánicas y Estructura: en este se estudia como la unión de polímeros genera estructura, y como esta estructura le confiere distintas propiedades mecánicas a los materiales.

3.3.3. Confección de los Trabajos Prácticos

En esta etapa y en base a las actividades previas, se confeccionaron los primeros trabajos prácticos, los cuales fueron implementados con alumnas de Octavo Básico de un establecimiento particular subvencionado de Maipú (Anexo 2). Esta construcción y posterior implementación ayudó a la optimización del diseño didáctico.

Para la construcción de los trabajos prácticos, se consideraron las metodologías activas antes descritas y la estrategia Experiencias Discrepantes. Además, se diseñaron privilegiando el aula

como un espacio para experimentar, investigar y propiciar el trabajo en equipo, pues el trabajo en equipo y el rol social del aula, potencian la construcción del aprendizaje, respetando como se dijo, la naturaleza construida y social de la cognición (Putnam, Borko, 2000), además de desarrollar Habilidades de Pensamiento Científico y actitudes orientadas al crecimiento de las y los aprendices pues, cada integrante del grupo es capaz de desarrollar diversos roles, de tal manera que su capacidad de adaptación contribuya a la productividad del grupo. Esta adaptación permite que cada persona, de forma reflexiva, extraiga ideas y las sociabilice con el resto de sus compañeros o compañeras, por lo tanto se logra una inclusión y construcción colectiva y responsable del trabajo y, en consecuencia del aprendizaje (EducarChile, visitado el 20-09-2015 a las 16:45 hrs.).

3.3.4. Optimización de los Trabajos Prácticos

La primera implementación realizada, permitió iniciar la optimización de los *trabajos prácticos*. En este sentido, se incorporan nuevas actividades y preguntas para que los alumnos comprendan de mejor manera los contenidos abordados en cada una de las experiencias.

Se rediseñan los trabajos prácticos para el estudiantado y se incluyen indicaciones al docente, con el fin de facilitar futuras aplicaciones.

Para verificar si estas optimizaciones eran coherentes, se reúne un panel de expertos (seis), compuesto por Profesores de aula, Estudiantes de Doctorado en Física y Profesores Universitarios, con el objetivo de que estos evalúen la pertinencia de los trabajos prácticos tanto del estudiantado como profesores, según la rúbrica diseñada que se presenta a continuación.

Rúbrica para experto “Optimización De La Propuesta Didáctica”

“LOS MATERIALES Y SUS PROPIEDADES”

Este instrumento tiene como finalidad optimizar la propuesta didáctica basada principalmente en el estudio de “*Los Materiales y sus Propiedades*” en el marco del Seminario para optar al Grado Académico de Licenciada/o en Educación de Física y Matemática, por lo que solicitamos su opinión, en calidad de experto, para optimizar esta propuesta pedagógica.

Instrucciones:

Luego de revisar las experiencias propuestas, responda para cada indicador, según la siguiente escala:

O= ÓPTIMO

S= SATISFACTORIO

B= BÁSICO
I= INSUFICIENTE

INDICADORES	Trabajo Práctico I Estados de la materia	Trabajo Práctico II Entre sólido y líquido	Trabajo Práctico III ¿Fluye o se rompe?	Trabajo Práctico IV Propiedades Mecánicas y Estructuras
1. La redacción y ortografía del trabajo práctico es apropiado para que el alumno comprenda lo que debe realizar.				
2. Los resultados de aprendizajes esperados son propiciados por las actividades propuestas en el trabajo práctico.				
3. El trabajo práctico permite fomentar las habilidades de pensamiento científico propuestas.				
4. El trabajo práctico logra promover las actitudes descritas.				
5. Los contenidos declarados para cada trabajo práctico, efectivamente son abordados en este.				
6. Se evidencia las metodologías indagatorias ADI e IBM en el diseño de los trabajos prácticos.				
7. En el trabajo práctico se refleja la estrategia didáctica denominada “Experiencias Discrepantes” (ExD)				
8. La etapa I del trabajo práctico permite que alumnos y alumnas evidencien que la ciencia es contextualizada, histórica y/o problemática en el tiempo y, que por lo tanto, cambia.				
9. Las preguntas y actividades planteadas en la etapa I, permiten identificar ideas previas sobre el fenómeno estudiando de los y las estudiantes.				
10. Las preguntas orientadoras de la Etapa II, permiten que las y los alumnos planteen hipótesis y/o predicciones.				
11. La actividad de profundización de la etapa II ayuda a que alumnas y alumnos comprueben o modifiquen sus hipótesis y/o predicciones.				
12. Las indicaciones al docente, ayudan a que este pudiese, eventualmente, realizar el trabajo práctico sin problemas.				

Observaciones: (Indique qué observaciones le haría a los trabajos prácticos)

Título Profesional:

Grado Máximo Académico:

Agradecemos su colaboración y participación

Nicolás Barrios Arraño, Camila González Quezada & Yasna Hurtado Lobos.

Tabla 5: Rúbrica de Optimización para Experto de la Propuesta didáctica *Los Materiales y sus Propiedades*.

3.3.4.1. Justificación de los indicadores de la Rúbrica de Optimización por Experto

Cada uno de los indicadores antes expuestos, fueron diseñados pensando en que proporcionan información relevante para determinar si la propuesta *Los Materiales y sus Propiedades* cumple con el estándar de calidad mínimo.

- El indicador 1, pretende verificar si la ortografía y redacción de los trabajos prácticos diseñados es apropiada y entendible, pues si estos parámetros no son cumplidos, se deduce que el trabajo práctico no será comprendido por alumnos de 8° E.B.
- El indicador 2, fue diseñado para identificar si los resultados de aprendizajes propuestos efectivamente son coherentes con las actividades que tiene cada uno de los trabajos prácticos y se incluyó en esta rúbrica pues, son fundamentales y la base para el diseño de cada trabajo práctico.
- Los indicadores 3 y 4, pretenden verificar si, efectivamente, los diseños propician las HPC y actitudes que se declaran en el capítulo II de este Seminario de Grado.
- El indicador 5, es elaborado pues, desde el resultado de aprendizaje se desprenden contenidos a abordar fundamentales para generar el aprendizaje, por tanto, es fundamental que el experto evalúe si los contenidos declarados son abordados en cada trabajo práctico.
- Los indicadores 6 y 7, tratan sobre las metodologías utilizadas en cada diseño. En el Marco Teórico, se profundizaron las metodologías indagatorias (ADI e IBM) en que se sustentan los trabajos prácticos, además de las ExD que generan una disonancia cognitiva al sorprender al observador, por tanto, estos indicadores se relacionan directamente con lo declarado en el capítulo II de este Seminario de Grado.
- El Indicador 8, se relaciona directamente con las Visiones Deformadas de la Ciencia que se pretenden evitar en este Seminario de Grado. Este indicador, pretende evidenciar si con la etapa I de los trabajos prácticos se logra contextualizar en forma problemática o histórica, cómo la Ciencia cambia respecto de los conflictos y necesidades que surgen para dar explicaciones a nuevos fenómenos.
- El indicador 9, pretende verificar si las actividades y preguntas planteadas en la etapa I de cada trabajo práctico, permiten evidenciar ideas previas de los alumnos y alumnas.
- El indicador 10, fue diseñado pues, dentro de la identificación del problema se estableció que las experiencias “tipo receta” no propiciaban la indagación de alumnos y alumnas, por

lo que para evitar esto, se propusieron preguntas orientadoras para que los y las estudiantes elaboren predicciones y/o hipótesis.

- El indicador 11, pretende evaluar la coherencia de la actividad que se propone en la etapa II de cada trabajo práctico, que tiene como objetivo que alumnos y alumnas verifiquen o modifiquen hipótesis y/o predicciones.
- El indicador 12 se refiere a las indicaciones al docente, material fundamental para implementar la propuesta. En este sentido, este indicador pretende saber cuán óptimas son dichas indicaciones que incluyen respuestas a las preguntas orientadoras, además de las formalizaciones de las experiencias.

Luego de la optimización, se analizaron los indicadores más bajos para mejorar la propuesta antes de su implementación final, los cuales fueron, el indicador 1, 7 y 8, los cuales son analizados en el capítulo IV: Desarrollo de la Propuesta Didáctica.

3.3.5. Implementación de los Trabajos Prácticos

Luego de la optimización y evaluación de esta según expertos, se implementan los trabajos prácticos con alumnos y alumnas de 8° E.B., quienes también validan la propuesta didáctica a través de la rúbrica que se expone más adelante.

Esta rúbrica tiene como objetivo verificar si las HPC y actitudes declaradas son realmente propiciadas por la Propuesta Didáctica diseñada y se confecciona bajo el enfoque de Evaluación Auténtica para que los alumnos se autoevalúen y co-evalúen respecto de estas HPC y actitudes.

Evaluación Trabajo Práctico

Este instrumento tiene como finalidad evaluar la propuesta didáctica "*Los materiales y sus propiedades*" en el marco del Seminario de Grado para optar al grado académico de Licenciado/a en Educación de Física y Matemática, por lo que solicitamos su opinión, que será fundamental para sustentar esta propuesta pedagógica.

Instrucciones:

En cada uno de los siguientes ítems, marque con una X considerando la frecuencia con la que usted presenta el aseveración:

Ítems	Nunca	Casi Nunca	A veces	Casi Siempre	Siempre
I. Respetto al Trabajo Práctico					
1. Las instrucciones generales me facilitaron el desarrollo del trabajo práctico.					
2. La etapa I del trabajo práctico (<i>indicar el trabajo práctico</i>) fue contextualizada y me permitió identificar mis ideas previas.					
3. Los materiales que me entregaron o utilicé permitieron explorar para saber si (<i>indicar el contenido</i>).					
4. La etapa II ayudó a que comprendiera el fenómeno (<i>especificar</i>) estudiado.					
5. Los materiales utilizados en la Etapa II fueron fáciles de manipular y contribuyeron a que entendieras el fenómeno (<i>especificar</i>) estudiado.					
II. Respetto de las Actitudes					
6. El trabajo práctico (<i>indicar el trabajo práctico</i>) me permitió trabajar en forma colaborativa con mis compañeros.					
7. Trabajé en forma cuidadosa y segura durante el trabajo práctico para entender (<i>especificar el fenómeno</i>).					
8. Respeté y escuché las opiniones de otros y eso contribuyó en mi aprendizaje.					
9. Me interesé en comprender el fenómeno (<i>especificar</i>) estudiado					
III. Respetto de Habilidades de Pensamiento Científico					
10. Explicé científicamente el fenómeno (<i>especificar</i>) utilizando modelos explicativos y/o representaciones (dibujos, mapas conceptuales, entre otros).					
11. Realicé predicciones fundamentadas respecto al fenómeno (<i>especificar</i>) estudiado.					
12. Generé hipótesis explicativas fundamentadas					

científicamente que permite explicar el fenómeno (<i>especificar</i>) ocurrido.					
13. Fui capaz de realizar preguntas relacionadas al trabajo práctico que me proporcionaron información científica valiosa para entender el fenómeno (<i>especificar</i>).					
14. Analicé e interpreté lo observado en el trabajo práctico para obtener conclusiones apropiadas.					
15. Relacioné lo aprendido en el trabajo práctico en un contexto cotidiano a otras situaciones o fenómenos físicos.					
IV. Respetto al trabajo en grupo					
En este ítem debes calificar a tus compañeros de manera individual respecto a cada criterio con una escala de 1 a 7.					
Quien evalúa: A quien evalúa:					
16. Mi compañero colaboró en el desarrollo del trabajo práctico.					
17. Mi compañero trabajó en forma cuidadosa y segura durante el trabajo práctico.					
18. Mi compañero respetó y escuchó las opiniones del resto de los integrantes del grupo.					
19. Mi compañero manifestó disposición para comprender el fenómeno físico.					

Tabla 6: Rúbrica de evaluación de los trabajos prácticos de estudiantes.

3.3.5.1. Justificación de las dimensiones e indicadores de la Rúbrica del Estudiante

La rúbrica diseñada para el estudiantado consta de cuatro dimensiones en donde la primera se subdivide en cinco ítems de evaluación, la segunda en cuatro, la tercera en seis y la última en cuatro ítems. Estas dimensiones e ítems se diseñaron para que posterior al análisis de esta evaluación, se contrastaran los resultados con la evaluación realizada por los expertos.

- Dimensión I; trata sobre los trabajos prácticos y se elabora pues es fundamental identificar si el diseño de estos es pertinente para que alumnos y alumnas de 8° E.B. puedan realizar las tareas que en ellos existen. Esta dimensión se subdivide en cinco ítems enumerados del 1 al 5, los cuales consisten en:
 - Ítem 1, pretende identificar si las indicaciones que el docente proporciona, referente a la designación de grupos, en este caso, evitando que el estudiantado trabaje con sus pares más cercanos, además de los roles que se deben asignar para el correcto funcionamiento del grupo, favorecieron el desarrollo de los trabajos prácticos.
 - Ítem 2, se diseña para que el alumno evalúe si se evita la visión de la ciencia descontextualizada, evaluando la etapa I de los trabajos prácticos.
 - Ítem 3, se elabora para evaluar la pertinencia de los materiales usados en los trabajos prácticos.
 - Ítem 4, tiene como objetivo identificar si la etapa II de los trabajos prácticos, que tiene actividades de manipulación y utilización de modelos, propició que los alumnos comprendieran los fenómenos estudiados.
 - Ítem 5, intenta verificar si los modelos y materiales utilizados en la construcción de estos, evaluando su fácil manipulación y su contribución para entender los fenómenos abordados en los trabajos prácticos.

Las siguientes dimensiones tienen un doble objetivo. En primer lugar, confirmar lo declarado en el Marco Teórico de este Seminario de Grado con respecto a HPC y actitudes, así como también, cumplir el rol de medio para la autoevaluación (Dimensión II y III) y coevaluación (Dimensión IV) de las y los alumnos con respecto a los trabajos prácticos.

- Dimensión II; trata de evidenciar si las actitudes que se declaran a propiciar en el Marco Teórico de este Seminario de Grado realmente son desarrolladas. A diferencia de la rúbrica de los expertos, esta consta, como se dijo, de cuatro ítems enumerados del 6 al 9, los cuales se refieren a cada una de las actitudes mencionadas.
- Dimensión III, busca identificar si las HPC declaradas en cada trabajo práctico, coherente con las expuestas en el Marco Teórico, son propiciadas en estos. Esta dimensión, consiste en 6

ítems enumerados del 10 al 15, en donde cada uno de ellos pretenden verificar, por separado, las HPC mencionadas.

- Dimensión IV; se refiere a una coevaluación referida a actitudes inherentes del quehacer científico. En este caso, son idénticas a las evaluadas en la Dimensión II, pero ahora el estudiantado es quienes califican con notas de 1,0 a 7,0 a sus compañeros y compañeras de grupo.

3.3.6. Análisis de Resultados

Luego de la implementación y optimización, se analizaron los datos obtenidos contrastando los datos de los expertos con los del estudiantado con el objetivo de concluir sobre estos.

El conjunto de criterios descritos en este capítulo, aportaron en la construcción de la propuesta didáctica pues, consideramos que nos proporcionaron información relevante que implicó un diseño más significativo para este Seminario de Grado y permitió, mediante el uso de materiales sencillos, generar experiencias discrepantes, que manifiestan una fenomenología contraintuitiva que podría favorecer el aprendizaje activo de los conceptos físicos (Barbosa, 2008) abordados y que se explicitan en el Capítulo IV de este Seminario de Grado.

3.4. Estructura de los Trabajos Prácticos

A continuación se detallará la estructura de los Trabajos Prácticos, tanto la guía del alumno como en la guía del profesor.

3.4.1. Trabajo Práctico del alumno

Para realizar el trabajo práctico del alumno se creó la siguiente estructura:

<i>Trabajo Práctico: Título</i>	
Integrantes:	
Nivel: 8 E.B.	
Establecimiento:	
Comuna/Región:	
Resultados de aprendizaje	
Etapa I: focalización histórica o problemática para contextualizar el trabajo práctico.	Consiste en una contextualización histórica o problemática para dar paso a preguntas orientadas, que permiten generar predicciones al estudiantado.
Etapa II: Desarrollando tus dotes de investigador.	Alumnos y alumnas, mediante preguntas orientadoras realizan hipótesis y experimentan el fenómeno estudiado.
Etapa III: Formalización	El o la docente formaliza el contenido tras el fenómeno.

Ilustración 2: Formato del Trabajo Práctico del Alumno

3.4.2. Indicaciones al docente.

En las indicaciones al docente, se especifican datos fundamentales para el desarrollo de cada uno de los trabajos prácticos. Se declaran los contenidos disciplinares, las HPC y las actitudes a

favorecer, además de indicaciones de trabajo para el estudiantado y, lo más importante, se especifica cómo enseñar en forma general y qué se espera de las y los alumnos en el trabajo práctico.

Basados en los criterios anteriores y recalcando que este diseño didáctico busca motivar, interesar y acercar a los estudiantes por la ciencia, desarrollando HPC y Actitudes a través de la comprensión de la primera *Big Idea* de la ciencia (Harlen, 2012), es importante mencionar que:

- 1- Se debe evitar que el profesor sea el encargado de generar la hipótesis, realizar diseño experimental, indicar la metodología a utilizar por los estudiantes, además de guiar la interpretación de datos obtenidos y la creación del producto final. Se trata entonces de evitar, que el docente sea la única fuente de saber, impidiendo un rol activo en sus estudiantes. Por tanto, el docente debiera proveer, asesorar y orientar ambientes de aprendizaje, permitiendo que las y los estudiantes participen en el descubrimiento y la creación de su propio conocimiento (Castiblanco, Vizcaíno, 2008).
- 2- Se diseñaron experiencias para explorar ideas previas, ofreciendo estímulos para que alumnos y alumnas desarrollen sus máximas potencialidades científicas y que posiblemente modifiquen ciertas concepciones clásicas de un fenómeno físico, por tanto, se sugiere a la o el docente preste especial atención a las predicciones de las y los estudiantes.

A continuación, se presentan el Capítulo IV, en el cual se presenta la Propuesta Didáctica propiamente tal, que considera todo el Marco Teórico y Metodológico antes descrito.

CAPITULO IV: DESARROLLO DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA

El capítulo a continuación, tiene como objetivo principal exponer los trabajos prácticos que se abordarán en la Propuesta Didáctica, así como también, las indicaciones al docente para el correcto funcionamiento de este. De igual forma, se abordan los conceptos físicos claves que sustentan los diseños didácticos y se especifica cómo cada trabajo práctico fue validado y cuál fue el análisis respecto de su implementación y evaluación.

4.1. Conceptos Físicos Claves

La materia existe en tres estados físicos: sólido, líquido y gas.

Si bien es cierto, existe una clasificación bastante marcada de los distintos tipos de estados, así como sus propiedades y características, partiremos de la concepción que cualquier elemento se puede encontrar en cualquiera de los tres estados, dependiendo la presión y temperatura a la que sea sometido.

4.1.1. Estados de la Materia: Gas, Líquido y Sólido

a) Estado Gaseoso

Muchas sustancias químicas importantes son gases bajo condiciones ambientales. Investigadores como Torricelli (1643), Boyle (1660), Charles (1787) y Graham (1831) sentaron las bases experimentales de la concepción que se tiene sobre gases demostrando que:

1. Los gases se expanden por lo que ocupan completamente y en forma uniforme, el volumen de cualquier recipiente.
2. Los gases se comprimen con facilidad, o sea, su densidad puede acrecentarse por aumento de presión.
3. Los gases ejercen presión sobre sus alrededores y, por tanto, para confinarlos, se debe disponer de contenedores estancos.
4. La cantidad y propiedades de los gases se describen en términos macroscópicos de temperatura, presión, volumen ocupado y número de moléculas.

Todas estas observaciones experimentales que se habían resumido en otras leyes (Boyle, Dalton, Charles y Avogadro) fueron explicadas mediante la Teoría Cinética Molecular, publicada en 1857 por Rudolf Clausius, la cual proporcionó supuestos básicos sobre un gas:

1) “Los gases están formados por moléculas discretas. Las moléculas están relativamente lejanas entre si y ejercen muy poca atracción una con respecto a la otra, excepto a las temperaturas y presión a las cuales se licua el gas.

(A temperaturas y presiones ordinarias las moléculas del gas ocupan en si una fracción insignificante del volumen total del recipiente)”

2) “Las moléculas en un gas tienen movimiento aleatorio continuo en línea recta con velocidades variables. Las colisiones entre las moléculas de gas y con las paredes del recipiente son elásticas.

(En la colisión elástica no hay ganancia o pérdida neta de energía. A un instante determinado solo una pequeña fracción de las moléculas participa en colisiones)”

3) “La energía cinética⁶ promedio de las moléculas gaseosas es directamente proporcional a la temperatura absoluta de la muestra. Las energías cinéticas promedio de moléculas de gases distintos son iguales a una temperatura dada” (Kenneth, 1992, p. 279).

Este resultado de la Teoría Cinética Molecular puede resumirse como:

$$\overline{EC} \propto T$$

$$\bar{u} \propto \sqrt{\frac{T}{MM}}$$

Donde:
EC: Energía Cinética
T: Temperatura
MM: Masa molecular
u: energía molecular

b) Estado Líquido

En base a la Teoría cinético molecular, a medida que una muestra de gas se enfría y comprime, el movimiento aleatorio rápido de las moléculas gaseosas disminuye, en consecuencia, estas se atraen provocando que este aumento de interacciones intermoleculares supere a la energía cinética disminuida, dando paso a un cambio de fase.

⁶ Energía Cinética: es aquella que posee un cuerpo en virtud de su movimiento. Su expresión matemática $\frac{1}{2}mv^2$, donde m es la masa de la partícula y v su rapidez.

En el estado líquido, entendido como una fase intermedia entre el estado sólido y gaseoso, las fuerzas de atracción entre las moléculas generan agrupamientos desordenados. Las partículas están tan cercanas, que muy poco del volumen ocupado por el líquido puede considerarse como espacio vacío; como resultado es muy difícil comprimir un líquido. Las partículas de los líquidos tienen suficiente energía cinética de movimiento para vencer en forma parcial las fuerzas de atracción entre sí. Pueden deslizarse unas sobre las otras por lo que los líquidos asumen las formas de los recipientes que los contienen” (Kenneth, 1992, p. 297-298).

c) Estado Sólido

Según Kenneth (1992), el estado sólido se describe de la siguiente manera:

“Al enfriarse un líquido, su energía cinética molecular descende y ocasiona que las moléculas se muevan con mayor lentitud. Si se hace descender la temperatura lo suficiente a presión ordinaria, las interacciones más fuertes y a menor distancia vencen a las menores energías cinéticas de las moléculas y se produce la solidificación. La mayoría de los sólidos tienen ordenamiento de partículas definidos, con ámbito de movimiento muy restringido. Las partículas en el estado sólido no pueden desplazarse con libertad una con respecto de la otra y solo vibran con respecto a posiciones fijas. En consecuencia, los sólidos tienen forma y volumen definidos. Además, como las partículas se encuentran tan cercanas entre sí, los sólidos son casi incompresibles y muy densos en relación a los gases” (p. 298-299).

En general, los sólidos se caracterizan por tener una distribución ordenada compacta de partículas que vibran en torno a posiciones fijas en su estructura. Así, un material en el cual sus moléculas se encuentran empaquetadas de manera ordenada se dice que es *cristalino*, por el contrario, una sustancia en la cual no existe orden molecular se considera *amorfo*, pues no poseen estructura ordenada bien definida.

4.1.2. Atracción intermolecular (enlaces)

De manera cualitativa y en términos de la Teoría Cinética Molecular, se han definido los tres estados de la materia, a continuación, se relacionará con la presencia de fuerzas de atracciones *intermoleculares*. Estas, hacen referencia a la fuerza existente *entre* partículas individuales (átomos, moléculas, iones) de una sustancia y determinan las propiedades físicas de las sustancias como, por ejemplo, la solubilidad, la tensión superficial, la densidad, entre otros.

Estas atracciones intermoleculares pueden ser del tipo iónico, Covalente y Metálico.

4. *Enlaces Iónicos*: se producen por atracción electrostática de átomos, donde, necesariamente, uno de los átomos debe ceder electrones a otro. Este tipo de enlaces se caracterizan por poseer elevados puntos de ebullición y fusión, suelen ser solubles. En soluciones acuosas o fundidos, conducen electricidad aunque no en estado sólido (Generalmente, los enlaces iónicos se dan entre un metal que cede electrones y un no metal).
5. *Enlaces Covalentes*: se establece a partir del compartimiento, entre dos o varios átomos, de electrones y no de su transferencia. De esta manera, los átomos se unen por medio de los electrones ubicados en las últimas órbitas.
6. *Enlaces Metálicos*: es el que mantiene unidos a los átomos de los metales entre sí y sólo se da entre sustancias que se encuentren en estado sólido. Los átomos metálicos conforman estructuras muy compactas al agruparse muy próximos entre sí. Estos enlaces se caracterizan por encontrarse en estado sólido, poseer brillo metálico, son maleables y dúctiles y pueden liberar fácilmente electrones al calentarse a temperaturas cercanas a la de su fusión.

En este apartado, se definieron los tres estados de la materia desde el punto de vista de la Teoría Cinético Molecular y de las interacciones entre partículas. Sin embargo, los trabajos prácticos que se diseñan tienen como objetivo estudiar *Los Materiales y sus Propiedades*, por lo que para efecto de aquello, se definirán las propiedades mecánicas que deben tener ciertos materiales para ser clasificados como un Sólido de Hooke (sólido elástico) y Líquido de Newton (líquido viscoso).

4.1.3. Líquido de Newton y Sólido de Hooke

Para entender qué es el sólido de Hooke y el líquido de Newton, se debe definir qué entenderemos por material.

Un *material* será entendido como aquel elemento necesario para fabricar un objeto y según su procedencia, pueden ser artificiales (elaborado por seres humanos, por ejemplo, plástico, papel, goma, vidrio, entre otros) y naturales (material obtenido de la naturaleza, por ejemplo, carbón, cobre, petróleo, madera, entre otros).

a) Líquido de Newton

Para comprender cuando un material se puede clasificar como un líquido de Newton, debemos entender que un material líquido, se definirá como aquel que se deforma continuamente al ser sometido a un esfuerzo de corte (fuerza tangencial a la superficie del mismo), de manera que, en reposo, un líquido no es capaz de soportar ningún esfuerzo de corte, es decir, no es capaz de mantener su forma y “escurre” o fluye, ya que sus partículas no poseen la suficiente fuerza de atracción para formar estructuras.

Los materiales que pueden ser clasificados como líquidos de Newton son aquellos que tienen como propiedad específica la viscosidad constante, propiedad que se define a continuación.

Viscosidad

La viscosidad (μ) es una propiedad característica de los fluidos y está relacionada con la resistencia que opone un fluido a deformarse continuamente o fluir cuando se somete a un esfuerzo de corte.

Supongamos que tenemos un fluido entre dos placas paralelas separadas por una distancia pequeña entre ellas (Y), una de las cuales se mueve respecto de la otra. Para que la placa superior se mantenga en movimiento respecto de la otra con una diferencia de velocidades (V), es necesario aplicar una fuerza $\vec{F}$ en el plano de las placas lo que se traduce en un esfuerzo de corte de valor $\vec{\tau} = \frac{\vec{F}}{A}$, siendo A , el área de la placa en contacto con el fluido.

De acuerdo a la situación descrita, podemos apreciar que el fluido que se encuentra en contacto con la placa inferior se encuentra en reposo con esta y, el fluido que se encuentra en contacto con la placa superior se mueve a la misma velocidad que esta.

Si el espesor del fluido entre ambas placas es pequeño, podemos suponer que la variación de velocidad, al interior del mismo, es constante o lineal, por lo cual se debe cumplir que:

$$\frac{dv}{dy} = \frac{V}{Y}$$

La cantidad anterior representa la tasa o razón de deformación del fluido, a una velocidad de deformación angular $\frac{d\theta}{dt}$, donde θ representa el ángulo que forma la variación de velocidad con la separación de las placas como se muestra.

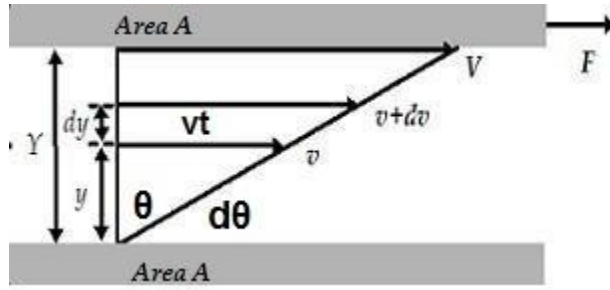


Ilustración 3: Situación descrita.

De acuerdo a la ilustración anterior, la distancia que recorre el fluido de manera horizontal es $v \cdot t$, por lo cual se puede determinar el valor de θ como sigue, ya que la distribución de velocidad es lineal en el fluido.

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{vt}{y} = \frac{dv}{dy} \cdot t$$

Si el instante de tiempo t es pequeño, dt ; entonces la tangente del ángulo puede aproximarse a $d\theta$; obteniendo la siguiente expresión:

$$d\theta = \frac{dv}{dy} \cdot dt \leftrightarrow \frac{d\theta}{dt} = \frac{dv}{dy}$$

De lo anterior, se concluye que la variación lineal de velocidades al interior de un fluido representa una deformación de velocidad angular.

Experimentalmente, se ha comprobado que para ciertos fluidos llamados Newtonianos, la fuerza $\vec{F}$ necesaria para lograr una velocidad $\vec{V}$ es proporcional a esta y al área de la placa, e inversamente proporcional a su separación:

$$F \propto \frac{A \cdot V}{y}$$

La constante de proporcionalidad de la relación anterior es característica de cada fluido y se designa por la letra griega μ . Además, ya que la velocidad se distribuye de manera lineal, se puede establecer la siguiente relación:

$$\tau = \mu \cdot \frac{dv}{dy}$$

Esta ecuación se denomina Ley de viscosidad de Newton. Así, podemos definir la viscosidad como una propiedad de un fluido que se manifiesta como una resistencia a la deformación

angular $\left(\frac{dv}{dy}\right)$ provocada por un esfuerzo de corte (τ). La constante de proporcionalidad que relaciona estas cantidades se denomina viscosidad dinámica μ .

$$\mu = \frac{\tau}{dv/dy}$$

Y se denomina viscosidad cinemática al cociente entre la viscosidad dinámica y la masa específica (densidad) de un fluido, y se denota con la letra griega ν :

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}$$

Desde el punto de vista físico, la viscosidad depende principalmente de dos factores. Por un lado, la fuerza de cohesión de las partículas del fluido y por otro, el intercambio de la cantidad de movimiento entre las capas del fluido en movimiento.

Las fuerzas de cohesión de las partículas del fluido hacen que cuando estas se ponen en movimiento, arrastren a las partículas vecinas. Esta fuerza de cohesión depende de la distancia a la que se encuentran las partículas, por lo cual es muy relevante en los líquidos y menos relevante en los gases. Si la velocidad es muy alta, la fuerza de cohesión entre las partículas pierde relevancia.

Además, las capas que forman el fluido el movimiento intercambian su cantidad de movimiento unas con otras, ya que hay partículas que poseen distintas velocidades y pasan de una capa a otra.

Las unidades de la viscosidad μ , en el sistema internacional de unidades son:

$$\frac{1kg}{ms} = \frac{1(Ns)}{m^2} = 1 Pa \cdot s$$

Establecido que la viscosidad será la resistencia de un material a fluir, se destaca que un Fluido Newtoniano, será aquel líquido que no depende de la tasa de deformación dv/dy .

Se procede a definir el Sólido de Hooke.

b) Sólido de Hooke

Usualmente, se considera un cuerpo sólido como rígido, sin embargo, esta es una idealización que no ocurre en los cuerpos reales que sí se deforman.

En un sólido, los átomos y las moléculas están presentes en grandes cantidades y están unidos por fuerzas interatómicas (o intermoleculares dependiendo del tipo de sustancia). Los átomos en un sólido pueden ser modelados como corpúsculos unidos por resortes minúsculos que permiten que vibren hacia adelante y hacia atrás sobre su posición de equilibrio, pero sin intercambiar posiciones con otros átomos del sólido.

Este movimiento vibratorio, donde el átomo experimenta un cambio de posición respecto de su equilibrio (una leve deformación) implica necesariamente, que este ejerza una fuerza sobre los demás átomos cercanos que se puede expresar como: $F_s = -kx$, donde x es la posición del átomo respecto de su posición de equilibrio ($x = 0$) y k es una constante positiva llamada *constante elástica*, o sea, la fuerza requerida para comprimir o estirar un resorte, será proporcional a la cantidad de estiramiento o compresión de x (el signo menos en la ecuación anterior se debe a que la fuerza recuperadora es opuesta a la deformación). Esta ley se conoce como *LEY DE HOOKE*.

Algunas propiedades de los sólidos se deben precisamente a la forma y a la fuerza con que están unidas sus partículas. En particular, las propiedades que manifiestan los sólidos al ejercer una fuerza o deformación sobre estos se denominan propiedades mecánicas. En este sentido, se definen tres, fragilidad, dureza y elasticidad,

- La elasticidad, o tendencia de un sólido a recuperar su forma original tras ser sometido a una fuerza.
- Dureza, o dificultad para rayar el cuerpo. Esta dureza proporciona la información sobre qué tan resistente es el material frente a diversas deformaciones y alteraciones. Por ejemplo, el diamante es mucho más duro que un trozo de yeso.
- La fragilidad, o tendencia de un sólido a romperse sin deformarse. Por ejemplo, el vidrio o el barro cocido son frágiles.

Estas propiedades mecánicas se definen respecto una constante E llamada módulo de Young, que se define como sigue:

$$E = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon},$$

Donde, σ = esfuerzo medido en Newton
 ε = deformación medida en metros.

En general, cuando un material se somete a un esfuerzo, su comportamiento en un gráfico σ vs ε es el siguiente:

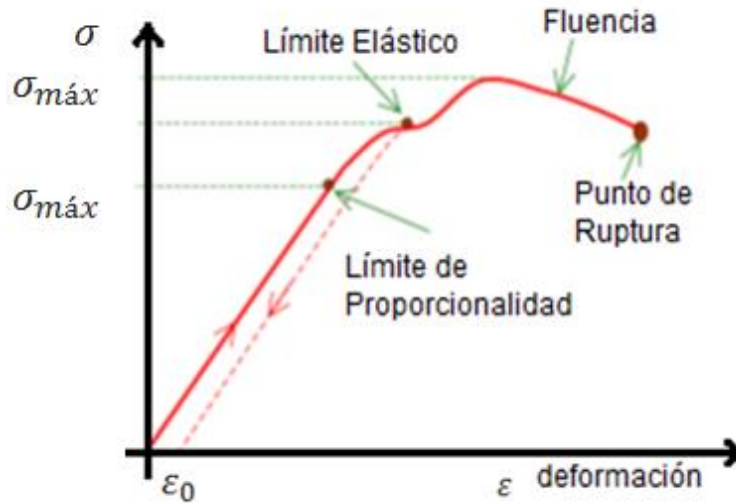


Gráfico 1: Comportamiento de un material sometido a un esfuerzo.

Así, en general cuando un material se somete a un esfuerzo de corte hasta su fractura, existe una zona donde el módulo de Young es constante (límite de proporcionalidad), luego el módulo comienza a disminuir hasta llegar a un punto de no retorno en donde el material se deforma (límite elástico), para luego continuar la deformación hasta un punto de fluencia, donde el módulo de Young comienza a disminuir hasta el punto de ruptura.

Se han definido aquellas propiedades mecánicas que permiten clasificar materiales como un sólido de Hooke y líquido de Newton, sin embargo, los materiales de la naturaleza o los creados por el hombre, no son tan sencillos de clasificar, pues no todos son ideales y se comportan bajo las mismas leyes, por ello, el siguiente apartado, define aquellas propiedades físicas que ayudan a comprender cómo un material que no obedece a las leyes antes descritas puede ser clasificado.

4.1.4. Líquidos Complejos

De acuerdo al comportamiento de la viscosidad que presenta un determinado fluido al ser sometido a esfuerzos de corte, los fluidos pueden ser caracterizados como:

- a) Fluido Ideal: La viscosidad se puede considerar despreciable, es decir, todo el fluido se mueve con la misma velocidad.
- b) Fluido Newtoniano: La viscosidad es constante a medida que aumenta la deformación, del fluido.

- c) Fluido Plástico o de Bingham: La viscosidad disminuye con el aumento de la tasa de deformación que experimenta. Son fluidos que necesitan de un esfuerzo de corte inicial para que comiencen a fluir.
- d) Fluido Dilatante: La viscosidad aumenta con la tasa de deformación que experimenta, es decir, adopta un comportamiento más propio de un sólido a medida que se aumenta su velocidad de deformación.

En general, los fluidos que varían su viscosidad con la tasa de deformación se denominan Fluidos No Newtonianos (plásticos y dilatantes), pero para efectos de los Trabajos Prácticos diseñados, estos serán llamados Líquidos Complejos, los cuales serán clasificados en Líquidos con Umbral (Plásticos o de Bingham) o Viscoelásticos (Dilatantes).

El siguiente gráfico reológico de estos fluidos evidencia lo definido anteriormente.

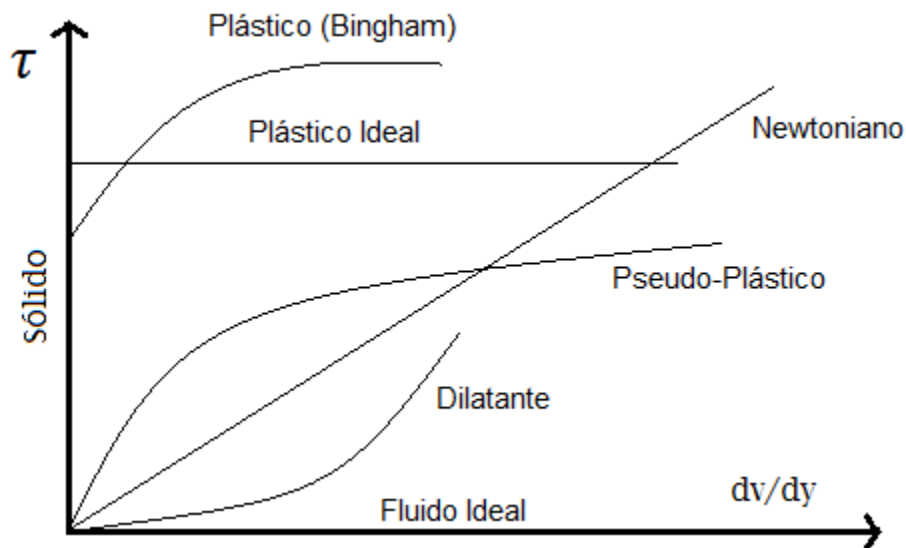


Gráfico 2: Gráfico reológico para materiales típicos.

Con respecto a los Líquidos con umbral, uno de los materiales que se utiliza en los Trabajos Prácticos es la arena, por lo que se define a continuación.

4.1.4.1 Material Granular

Los materiales granulares son aquellos formados por un conjunto de partículas macroscópicas sólidas producidas por la fractura de un material inicial. Estos pueden ser generados de forma

natural, por ejemplo, por la fragmentación de roca por acciones erosivas o de forma artificial, triturando la roca sana, o sea, generando una fractura.

Cuando están secos, la única fuerza de interacción entre estas partículas corresponde a la fricción estática, que genera una rápida disipación de energía cinética de estas, pues experimentan colisiones inelásticas entre ellas, por tanto, se afirma que este tipo de materiales poseen temperatura cero y que la única energía relevante es la debida a la posición respecto de un campo gravitatorio.

Su comportamiento se debe, principalmente, al tipo de fuerza al que sea sometido, puede presentar propiedades semejantes a un sólido, líquido o gaseoso.

Una de las principales fuerzas externas y que ayudan a que su comportamiento sea sólido es la fuerza de gravedad. Dicha fuerza logra distribuir las tensiones por el material, permitiendo dar soporte y una forma definida. Por otra parte, cuando este tipo de material cae o resbala, esta misma fuerza lo obliga a actuar de manera semejante a un fluido, por ejemplo, los relojes de arena y, si el material es sujeto a oscilaciones de alta aceleración, éste asemeja a un gas cuyas partículas sufren colisiones inelásticas.

Una fractura, desde el punto de vista de la Mecánica, corresponde a la separación de un cuerpo en dos o más partes en respuesta a una tensión aplicada de forma estática.

Para ilustrar el por qué se produce la fractura de un material, utilizaremos como partida un material cristalino⁷ en donde todos sus átomos están ordenados siguiendo un patrón establecido llamado red cristalina. Si se pudiese observar esta red microscópica, su ordenamiento sería como se muestra en la figura:

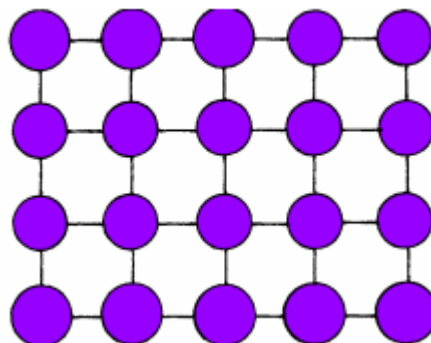


Ilustración 4: Átomos ordenados en un material cristalino.

⁷ Concepto que se explicará más adelante.

Al aplicar una fuerza sobre esta red y, dependiendo de la magnitud de esta, pueden ocurrir tres fenómenos:

1. Los enlaces químicos entre los átomos se estiran. Al retirar la fuerza, los enlaces regresan a su tamaño original y, por tanto, los átomos también regresan a su posición inicial. Esta es la base de la deformación elástica de los materiales (Ilustración 4).
2. Si la fuerza aumenta produciendo esfuerzos mayores que el esfuerzo de fluencia del material, los átomos comienzan a deslizarse entre ellos sobre ciertos planos imaginarios dentro de la estructura cristalina. Esta es la base de la deformación plástica de los materiales (figura 5).

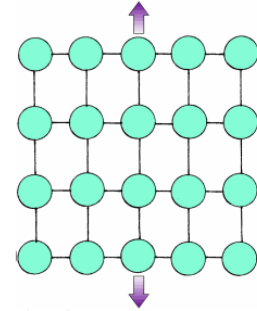


Ilustración 5: Cuando se aplica una fuerza, los enlaces se estiran causando deformación elástica.

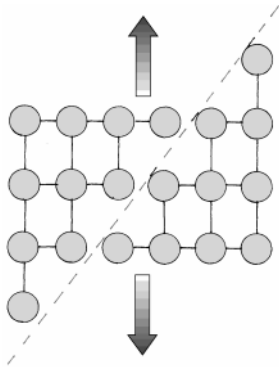


Ilustración 6: Cuando la fuerza aumenta, los átomos comienzan a deslizarse entre sí causando deformación permanente.

3. Si la fuerza aumenta aún más, los enlaces químicos entre los átomos se rompen. Esta es la base de la fractura de los materiales (figura 6).

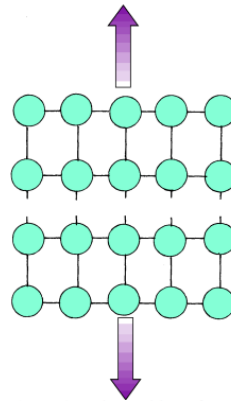


Ilustración 7: El material se fractura cuando la fuerza es suficiente para romper los enlaces.

Por lo tanto, la fractura de un material, tiene que ver con la ruptura de los enlaces entre los átomos.

El esfuerzo de fractura teórico de un material cualquiera responde a la siguiente ecuación:

$$\sigma_c = \sqrt{\frac{E \cdot \gamma}{a_o}}$$

Donde σ_c = esfuerzo de corte, E = módulo de la elasticidad del material, γ = tensión superficial del material y a_o = distancia de separación de equilibrio entre los átomos.

Esta teoría sin embargo, ayuda a explicar la fractura desde el punto de vista microscópico. Desde el punto de vista macroscópico una fractura se produce cuando en un material existe una falla, es decir, una pequeña grieta en este. Dicho material se puede fracturar dependiendo principalmente de 3 factores:

- El largo de la fractura.
- El área de falla.
- La fuerza que provoca la fractura.

Así, la generación de una fractura es directamente proporcional al largo de la fractura y la fuerza que se ejerce en dicha fractura; e inversamente proporcional al área o superficie de la punta de la fractura o falla.

Los materiales granulares, al ser humedecidos, adoptan un comportamiento que presenta una mayor cohesión entre sus partículas, esto está asociado a la tensión superficial y capilaridad.

4.1.4.2 Tensión Superficial

En el interior de un líquido, una molécula es rodeada en todas las direcciones por otras moléculas, sin embargo, si estas se encuentran en la superficie, por encima de estas no existen más moléculas, por lo tanto, al ser elevada ligeramente, los enlaces moleculares con las moléculas superficiales se prolongan, produciéndose una fuerza restauradora que “tira” de las moléculas de nuevo hacia la superficie, dicha fuerza se debe a la tensión superficial.

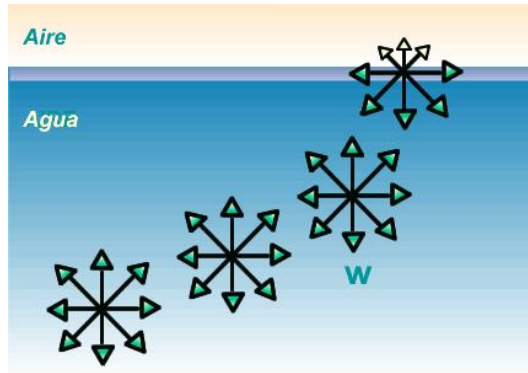


Ilustración 8: Representación Tensión superficial.

Supongamos que dos fluidos que no se mezclan se ponen en contacto. Se puede observar que la capa que separa ambos fluidos se comporta como una membrana tensa. La tensión superficial, denominada con la letra griega σ puede entenderse como el cociente entre la fuerza $\vec{F}$ que se requiere para mantener en equilibrio y una longitud unitaria L de esta membrana o la energía necesaria para aumentar o disminuir la superficie de la capa externa del fluido.

$$\sigma = \frac{F}{L} = \frac{E}{A} \left(\frac{N}{m} \right)$$

La fuerza $\vec{F}$ necesaria para romper la superficie resulta ser proporcional a la longitud de la superficie que se rompe y se puede determinar suponiendo que queremos levantar un fino alambre, por lo que esta fuerza necesaria es:

$$\vec{F} = \sigma \cdot 2L$$

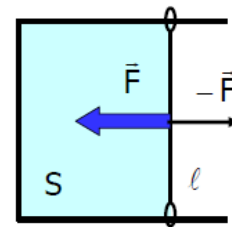


Ilustración 9: Fino alambre en U.

Siendo σ el coeficiente de tensión superficial, que equivale a la fuerza ejercida por la película por unidad de longitud. El factor 2, se agrega debido a que existen dos superficies en el alambre en esta situación.

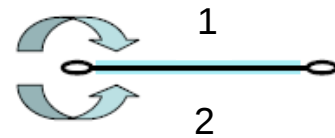


Ilustración 10: Alambre.

Debido a la tensión superficial, las gotitas pequeñas de un líquido tienden a adquirir forma esférica, pues esta tiende a comprimirla, reduciendo al mínimo posible la superficie de la misma.

Además la tensión superficial es la responsable de que un fluido ascienda o descienda por un tubo capilar y, si bien es cierto, la fuerza que genera es pequeña, esta es capaz de unir pequeñas partículas sólidas formando un enlace que se denomina enlace capilar. Por ello a continuación, nos referiremos a lo que se denomina capilaridad.

4.1.4.3 Capilaridad

Supongamos que tenemos un tubo capilar que se pone en contacto con un fluido de manera que el fluido ascienda (o descienda) por el capilar.

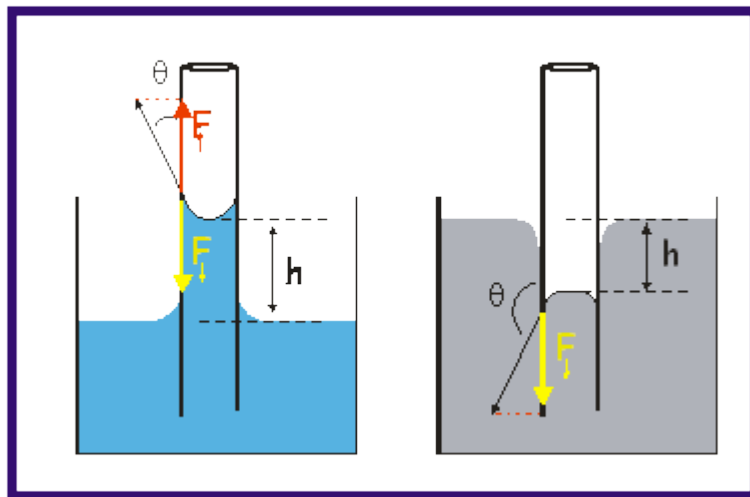


Ilustración 11: Representación de la Capilaridad

En esta situación el fluido subirá por el capilar hasta que la componente vertical de la tensión superficial iguale al peso del fluido. Si suponemos al capilar como un cilindro y consideramos que la tensión superficial se distribuye uniformemente por la parte superior del capilar (circunferencia) se tiene lo siguiente:

$$mg = F_{tension} \leftrightarrow \rho g V = 2\pi r \sigma \cos\theta \leftrightarrow \rho g \pi r^2 h = 2\pi r \sigma \cos\theta \leftrightarrow \rho g r h = 2\sigma \cos\theta$$

Así, la tensión superficial de un fluido de densidad ρ , se puede medir introduciendo dicho fluido en un capilar de radio r como:

$$\sigma = \frac{\rho g r h}{2 \cos \theta}$$

Donde h es la altura que asciende o desciende el fluido y θ el ángulo que forma el fluido con la pared del capilar.

La ecuación anterior se conoce como *Ley de Jurín*.

Cuando un líquido se pone en contacto con un capilar, este sube o baja debido al fenómeno de capilaridad hasta una altura h que se determina mediante la ley de Jurín.

Un fenómeno similar y relacionado con la capilaridad ocurre cuando un líquido se pone en contacto con pequeñas partículas, como las partículas que forman los materiales granulares antes definidos, por ellos, analizaremos lo que se denomina *enlace capilar*.

4.1.4.4 Enlace capilar

Supongamos que dos partículas se ponen en contacto con un líquido. En este caso, dado el fenómeno de capilaridad, las partículas serán atraídas por las fuerzas, debido a la tensión superficial. Esta fuerza se generará siempre y cuando la cantidad de líquido genere un capilar “imaginario” entre las dos partículas, ya que si el agua es demasiada, las partículas serán atraídas en todas direcciones por el fluido por lo cual la fuerza resultante será cero.

Imaginemos que una partícula de 1 mg (10^{-6} Kg) cuelga verticalmente de un hilo de agua cuya tensión superficial es $72,8 \cdot 10^{-3} \left(\frac{\text{N}}{\text{m}}\right)$ a 20°C . Supongamos además que el hilo de agua forma un cilindro cuya área basal tiene una longitud de 1 mm (perímetro de circunferencia del área basal).

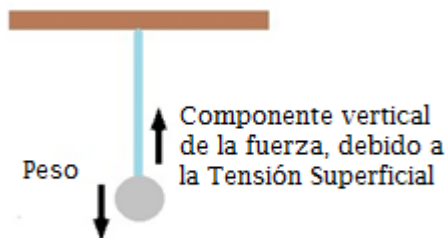


Ilustración 12: Situación antes descrita.

En esta situación la fuerza resultante entre el peso de la partícula y la componente vertical de la fuerza, debido a la tensión superficial es:

$$F_{neta} = \sigma \cdot l - m \cdot g = 72,8 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-3} - 1 \cdot 9,8 \cdot 10^{-6} = 63 \cdot 10^{-6} (N)$$

Si la partícula es de 1 mg de masa, la aceleración que produce será:

$$63 \cdot 10^{-6} = 10^{-6} \cdot a \leftrightarrow a = 63 \left(\frac{m}{s^2} \right)$$

Por lo cual, para partículas pequeñas, la fuerza producida por la tensión superficial es suficiente para generar un enlace de una magnitud elevada considerando el orden de magnitud que poseen las partículas y el hilo de agua.

Esta fuerza que se genera entre partículas pequeñas se denomina enlace capilar y explica por qué al humedecer un material granular, formado por un gran grupo de partículas pequeñas, se genera una cohesión que se puede apreciar de manera macroscópica en la arena húmeda.

Es por esto, que a continuación evidenciaremos cómo las partículas, mediante enlaces pueden formar estructuras, con diversas propiedades, en materiales sólidos.

4.1.5. Polímeros y Estructuras

Las partículas que componen los materiales sólidos se denominan polímeros. El concepto de *polímero* (poli = muchos; mero = partes) se refiere a las macromoléculas, es decir, la unión de muchas moléculas que se caracterizan por poseer una unidad que se repite a lo largo de la molécula llamada *monómero*.

Si un *polímero* se encuentra constituido solo por un monómero, se llama *homopolímero*; si este se forma por más de un monómero se denomina *heteropolímero*.

Los *polímeros* se pueden clasificar en *polímeros naturales o biológicos* (almidón, celulosa, proteínas y ácidos nucleicos) y *polímeros sintéticos* que se clasifican a su vez en *elastómeros* (similares al caucho, con propiedades como la goma), *fibras* (forman filamentos, similar al algodón o la lana) y *plásticos* (forman estructuras como tubos de PVC o algunos recubrimientos o pinturas).

Además del tipo de polímero que forma un determinado sólido, las propiedades, similitudes y diferencias entre los materiales vienen dadas por la forma cómo se ordenan las partículas del sólido.

Estructura del estado Sólido

Los materiales en estado sólido se pueden clasificar de acuerdo al ordenamiento de sus partículas en *amorfo* o *cristalinos*.

Sólido amorfo

Un *material amorfo* es aquel donde las partículas que forman no forman una estructura definida, es decir, no posee un patrón regular en su estructura. Un material de estas características también se dice que pertenece al estado amorfo. El ejemplo más característico de un sólido amorfo es el vidrio.

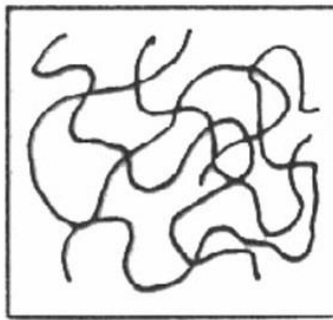


Ilustración 13: Representación de un sólido amorfo de forma microscópica.

Debido a la carencia de estructura de estos materiales, para modelarlos suelen usarse teorías o explicaciones de carácter cualitativo. Uno de los modelos que logra explicar de manera cuantitativa distintas propiedades de un sólido amorfo es la de un ovillo estadístico, similar a un plato de spaghetti.

Sólido cristalino

Un *sólido cristalino* (cristal) es aquel en el cual sus partículas forman estructuras que se repiten a lo largo del sólido. El patrón o grupo de átomos o moléculas que se repite a lo largo de una estructura cristalina se denomina *red cristalina*.

Algunos cristales poseen estructuras muy marcadas como el diamante, pero la mayoría de los materiales posee irregularidades.

“El problema se encuentra en el tamaño de la molécula. Cuando comienza la solidificación, crece la viscosidad del material, lo que va obstaculizando el movimiento de las moléculas polímeras, por lo que resulta difícil encontrar el arreglo

regular necesario para la formación del cristal. Por esta razón los polímeros capaces de cristalizar se denominan rigurosamente como polímeros semicristalinos. La extensión y el tipo de cristalinidad en un polímero puede ser determinada experimentalmente mediante técnicas de densidad, rayos X, difracción de electrones, o resonancia magnética nuclear” (López, 2004, p. 43-44).

En general, cuando un sólido forma un cristal, se dice que se encuentra en el estado cristalino.

“El estado cristalino es un estado bifásico en el cual coexiste la fase cristalina junto con la amorfa, la fase cristalina está constituida por zonas ordenadas que se encuentran inmersas en una matriz formada por polímero amorfo” (López, 2004, p. 43).

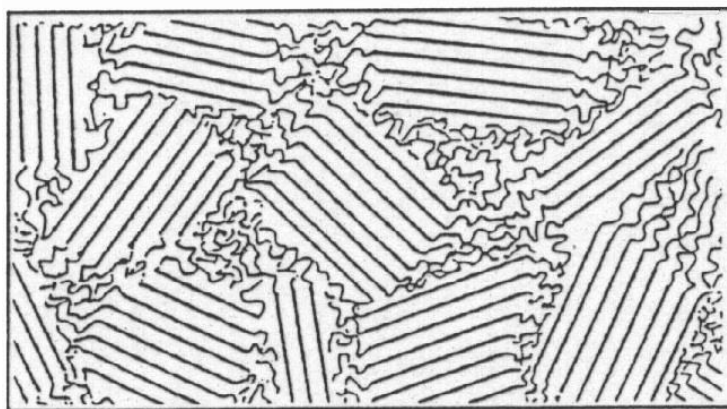


Ilustración 14: Representación del estado cristalino en forma microscópica.

“La relación entre estas dos fases es lo que se conoce como cristalinidad (ω_c) y se define como la relación en peso entre ambas” (López, 2004, p. 43).

$$\omega_c = \frac{W_c}{W}$$

Donde W_c = peso de fase cristalina y W = peso total de la muestra.

Definidos todos los conceptos físicos que sustentan esta propuesta didáctica, se procede a presentar cada uno de los trabajos prácticos diseñados.

4.2. Trabajos Prácticos

En el siguiente apartado, se presentan los trabajos prácticos finales, optimizadas e implementadas con alumnas de 8 E.B. en un colegio Particular subvencionado de la Comuna de Puente Alto. De igual forma, se presentan los objetivos fundamentales, transversales y contenidos mínimos de esta propuesta.

Propuesta Didáctica “Los Materiales y sus Propiedades”

Nivel: 8 E.B.	Eje: Ciencias Naturales – Física
---------------	----------------------------------

Objetivos Fundamentales

- Comprender que *“Todo material del Universo está compuesto de partículas muy pequeñas. Toda la materia del Universo está compuesta por partículas, independientemente de si corresponde a organismos vivos, estructuras sin vida o energía. Las propiedades de la materia se explican por el comportamiento de los átomos y las partículas que la componen, que además determinan reacciones químicas y fuerzas cohesivas en la materia”* (Bases Curriculares de 7° básico a 2° medio, 2013, pág. 144)
- *“Comprender que el conocimiento acumulado por la ciencia es provisorio, y que está sujeto a cambios a partir de la obtención de nueva evidencia”* (Actualización Marco Curricular, 2009, pág. 270)
- *“Formular una hipótesis en relación a un problema simple de investigación, y reconocer que una hipótesis no contrastable no es científica”* (Actualización Marco Curricular, 2009, pág. 270)
- Comprender que las fuerzas intermoleculares o enlaces entre partículas determinan si un material se encuentra en un determinado estado de la materia.
- Comprender que un material se puede clasificar según su el umbral del esfuerzo de corte, en un material sólido, líquido o gaseoso.
- Entender cuándo un material fluye o se rompe desde el punto de vista de la interacción entre partículas.
- Comprender que un material posee propiedades mecánicas dependiendo de cómo se estructuren las partículas de éste.

Objetivos Fundamentales Transversales

- *“Trabajo en equipo e iniciativa personal en la resolución de problemas en contextos diversos.*
- *Análisis, interpretación y síntesis de información y conocimiento.*
- *Exponer ideas, opiniones, convicciones, sentimientos y experiencias de manera coherente y fundamentada, haciendo uso de diversas y variadas formas de expresión”* (Marco curricular, 2009, pág. 180).
- Conocer, desde la experiencia, lo que implica la actividad científica; es decir, adquirir habilidades y actitudes de la investigación científica (Bases Curriculares de 7° básico a 2° medio, 2013).
- Adquirir aprendizajes de conceptos e ideas básicas de la ciencia para comprender situaciones y experiencias cercanas (Bases Curriculares de 7° básico a 2° medio, 2013).
- Adquirir un conjunto de ideas sobre la Naturaleza de Ciencia, en este sentido, comprender que la *“ciencia es una forma de conocimiento universal y transversal a culturas y personas, que asume múltiples interrelaciones entre fenómenos y que se amplía a través del tiempo y de la historia, evolucionando a partir de evidencia empírica, de modo que, lo que se sabe hoy es producto de una acumulación de saberes y, por lo tanto, podría modificarse en el futuro”* (Bases Curriculares de 7° básico a 2° medio, 2013, pág. 146).

Contenidos Mínimos Obligatorios

- Identificación de materiales sólidos, líquidos y gaseosos en el entorno desde el punto de vista de la interacción molecular de sus partículas.
- Definición de sólido de Hooke y Líquido de Newton profundizando en fluidos newtonianos y viscosidad.
- Caracterización de un material granular con respecto a la tensión superficial y, en particular la capilaridad.
- Relación de las condiciones de ruptura y fluidez de un material con el fluido no Newtoniano.
- Definición de propiedades mecánicas de materiales respecto de la estructura que generan macromoléculas al enlazarse.

Resultados de Aprendizajes (RdeA)

- ✓ Analizar los estados de la materia desde el punto de vista de los enlaces e interacciones moleculares de sus partículas.
- ✓ Definir el sólido de Hooke y el Fluido de Newton.
- ✓ Caracterizar un material granular como la Arena.
- ✓ Entender que la fuerza debido a la Tensión Superficial, en particular, la capilaridad, mantiene unidas a las partículas de un material granular.
- ✓ Reconocer bajo qué condiciones un material fluye o se rompe.

- ✓ Comprender de qué manera influyen las fuerzas externas en el comportamiento de un fluido no Newtoniano.
- ✓ Comprender de qué depende las propiedades mecánicas de los materiales.

Estrategia y Fundamento

Se utilizará la estrategia Indagatoria (basada en argumentar ADI y centrada en modelizar IBM), además de lo que se denomina Experiencias Discrepantes (ExD), la cual genera una disonancia cognitiva en los y las estudiantes.

Ambas estrategias permiten contextualizar el trabajo práctico y grupal propuesto

HPC	Actitudes
- Explicar científicamente un fenómeno cotidiano - Realizar predicciones justificadamente - Generar hipótesis explicativas fundamentadas - Capacidad de realizar preguntas - Analizar e interpretar información en forma apropiada. - Relacionar el contenido a un contexto cotidiano.	- Respetar la opinión de otros - Disposición para trabajar en equipo - Trabajar en forma rigurosa y segura - Interés por comprender un fenómeno

Tabla 7: Aspectos Formales de la Propuesta didáctica *Los Materiales y sus Propiedades*

4.2.1. Trabajo Práctico I

Trabajo Práctico: Los Estados de la Materia

Integrantes:

Nivel: 8 E.B.

Establecimiento:

Comuna/Región:

Este trabajo práctico pretende: analizar los estados de la materia, desde el punto de vista de los enlaces e interacciones intermoleculares de sus partículas.

Etapa I: Un poco de historia⁸

En la antigüedad (alrededor del año 300 A.C.), Aristóteles pensaba que la materia se encontraba constituida por 4 elementos, aire, agua, tierra y fuego; además del elemento éter el cual caracterizaba aquellas cosas que se creían eternas, como los astros.

Los 4 estados se clasificaban en fríos y calientes o livianos y pesados, de forma que la materia tenía un orden natural cuando se encontraba en equilibrio, y se distribuía de esa forma en la naturaleza; la tierra se encontraba debajo de todo, luego el agua, el aire y finalmente el fuego se encontraban sobre todos los elementos.

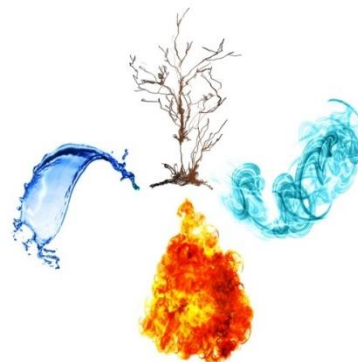


Ilustración 15: Antiguos estados.

Esta forma de concebir los estados de la materia les otorgaba suficientes explicaciones, a las personas de aquella época, para poder entender la naturaleza, pero a medida que la civilización progresaba, esta concepción no lograba explicar todos los fenómenos naturales.

Así recién en el siglo XX, surgió la idea de que la materia se encuentra constituida por pequeñas partículas llamadas átomos y que se unían entre sí formando moléculas y las moléculas se unen entre sí formando macromoléculas y así sucesivamente.



Ilustración 16:
Molécula.

A continuación, vamos a comprender qué implica que la materia se encuentre constituida por pequeñas partículas, y si esta nueva concepción puede dar explicación a las distintas características que presentan diversos materiales.

⁸ Lay, J. 2004. Física para ingenierías de ejecución plan anual. Segunda edición. Santiago, Chile

¿Cuál es esta nueva concepción de los estados de la materia? ¿Cuál será su clasificación? ¿Cuál es la definición de cada estado?



Ilustración 17:
Clasifica.

Profundicemos esta concepción de los estados de la materia.

Te sugerimos escoger materiales que se encuentren en tu entorno, además de los que se entregarán, para observarlos, manipularlos y clasificarlos según dicha concepción de los estados de la materia. Utiliza el siguiente espacio según tu criterio, puedes hacer un mapa conceptual, dibujo, tabla, diagrama, entre otros.

Etapa II: Desarrollando tus dotes de investigador.

La concepción actual de los estados de la materia establece que esta se encuentra constituida por pequeñas partículas y que clasifica a los diferentes materiales, principalmente en 3 estados: Sólido, Líquido y Gaseoso.

Si la materia está constituida por pequeñas partículas, ¿Por qué podemos encontrar un mismo elemento en los tres estados?, por ejemplo, el agua. ¿Cuál será la estructura interna de cada uno de los materiales en los distintos estados? Justifique su respuesta.



Ilustración 18: Iceberg.



Ilustración 19:
Investigador.

Profundicemos el estudio de los estados de la materia.

¿De qué manera el siguiente modelo podría ser útil para representar los tres estados de la materia? Justifique su respuesta.



Ilustración 20: Modelo consiste en: un globo lleno de pelotitas de plumavit que representan partículas.



Ilustración 21:
Tus anotaciones.

Etapa III: Formalización

Ahora presta atención a tu profesor(a) para poder formalizar el contenido abordado en este trabajo práctico. En el espacio asignado registra tus mayores aprendizajes.



Ilustración 22:
Formalizar.



Ilustración 23: Tus aprendizajes.

A large, empty rectangular box with rounded corners and a purple border, intended for the student to record their major learnings.

4.2.2. Trabajo Práctico II

Trabajo Práctico: Entre Sólido y Líquido

Integrantes:

Nivel: 8 E.B.

Establecimiento:

Comuna/Región:

Este trabajo práctico pretende: Analizar bajo qué condiciones un material granular se comporta como un sólido o un líquido y de qué manera la fuerza debido a tensión superficial, en particular la capilaridad, mantiene unidas o separadas las partículas del material granular.

Etapa I: Un día en la playa

Un día, miré una playa y me dieron ganas de ir hacia ella. Caminé por una escalera hecha de piedras hasta llegar a la arena. Al avanzar, noté cómo la arena comenzaba a introducirse en mis zapatillas, por lo que me las saqué y anduve descalzo.

Observé a mí alrededor y pude ver gente escavando en la arena, realizando pequeños túneles y agujeros, construyendo castillos y toda clase de figuras y formas con la arena.



Ilustración 24: Playa.

Mientras caminaba, noté que me costaba bastante trabajo avanzar debido a que mis pies se hundían un poco en la arena, por lo que me acerqué a la orilla del mar para poder caminar mejor.

Sobre la orilla me costaba mucho menos caminar, mis pies no se hundían e incluso habían personas jugando con pelotas que rebotaban en la orilla.



Ilustración 25: Agua en los pies.

Me encontraba contemplando todo aquello cuando sentí el mar en mis pies. Una ola se había acercado y había mojado la orilla de la playa. Podía sentir cómo el agua se llevaba parte de la arena alrededor de mis pies y me hundía poco a poco en la arena.

Una vez que el mar se retiró, levanté mis pies y vi que en la huella que había dejado había algo de agua de mar atrapada. Miré la huella, miré al mar, y miré al exterior de la playa y me pregunté.

¿Es la arena líquida como el agua de mar o sólida como las piedras de la escalera por donde bajé a la playa? Justifica



Ilustración 26:
Clasifica.

Profundicemos esta idea del material granular (Parte I)

Te sugerimos manipular el modelo que se te entregará, el que consiste en un globo relleno con arena, para relacionarlo con el trabajo práctico previo, de tal manera que evidencies si la arena es sólida o líquida. Utiliza el siguiente espacio según tu criterio, puedes hacer un mapa conceptual, dibujo, tabla, diagrama, entre otros.

Profundicemos esta idea del material granular (Parte II)



Ilustración 27:
Clasifica.

Observa la situación que tu profesor te presentará a continuación, la cual consiste en manipular para observar un fenómeno, luego de esto, te sugerimos elaborar una explicación de lo estudiado, realizando un dibujo que logre evidenciar el comportamiento de la arena, considera que cada granito de arena es una partícula.

Etapa II: Desarrollando tus dotes de investigador.

La arena, generalmente, está concebida como un material sólido, sin embargo, hemos demostrado que puede comportarse como un líquido debido a que las partículas se reacomodan si sobre esta se aplica una fuerza externa.

Además, la arena es creada en forma natural mediante erosiones volcánicas o artificialmente, rompiendo la roca nueva, por ello es concebida como un material granular.

Si la arena es un material granular formado por pequeñas partículas y le agregamos agua, ¿En qué estado de la materia clasificarías esta mezcla? ¿Qué rol tiene el agua en dicha mezcla? Justifique sus respuestas



Ilustración 28: Castillo de arena.



Ilustración 29:
Investigador.

Profundicemos en el comportamiento del agua.

Para observar el comportamiento del agua cuando su tamaño es pequeño, te sugerimos utilizar el gotario que se te entregará a continuación.

Para comprender el comportamiento del agua cuando su tamaño es pequeño, te sugerimos utilizar la bombilla con el agua jabonosa.



Ilustración 30: Gotero.



Ilustración 31: Burbujas.



Ilustración 32:
Investigador.

Profundicemos la interacción entre el agua y el sólido.

Para observar la interacción entre el agua y un sólido te sugerimos introducir diferentes objetos sólidos en un recipiente con agua.

¿De qué manera, el siguiente modelo, podría ser útil para comprender la interacción que se genera entre un líquido y un sólido?

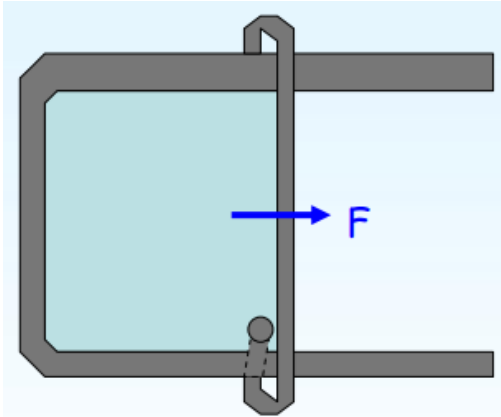


Ilustración 33: Alambre en forma de U con un alambre deslizable con agua jabonosa.



Ilustración 34:
Tus anotaciones.

Etapa III: Formalización

Ahora presta atención a tu profesor para poder formalizar el contenido abordado en este trabajo práctico y a continuación, en el espacio asignado registra tus mayores aprendizajes.



Ilustración 35:
Formalizar.



Ilustración 36: Tus aprendizajes.

A large, empty rectangular box with rounded corners and a purple border, intended for the student to register their major learnings.

4.2.3. Trabajo Práctico III

Trabajo Práctico: ¿Fluye o se Rompe?

Integrantes:

Nivel: 8 E.B.

Establecimiento:

Comuna/Región:

Este trabajo práctico pretende: Estudiar el comportamiento de un fluido no newtoniano a través de un prototipo que permita construir un modelo representado por un dibujo que explique tal comportamiento para finalmente, comunicarlo y contrastarlo con sus compañeros.

Etapa I: Un accidente en la cocina

¿Has visto un vaso de cristal romperse? Imagina que tienes un vaso con agua en el interior y este a su vez tiene unos cubos de hielo y se te cae.

Observas el suelo y vez que se encuentran esparcidos trozos de vidrio y hielo por todo el piso sobre un charco de agua. El vaso se rompió y los trozos de hielo también, pero ¿El agua dentro del vaso se rompe?



Ilustración 37: Vaso con agua

De manera intuitiva, podemos entender que un material se rompe cuando al ejercer una fuerza sobre él, dicho material se separa en una o muchas partes. Existen materiales muy frágiles, es decir que al deformarse solo un poco estos se rompen; y otros muy poco frágiles, los cuales necesitan una gran deformación para generar una ruptura.



Ilustración 38: Copa rompiéndose

Por otra parte, existe una característica que poseen algunos materiales, llamados líquidos, que es la capacidad de fluir, es decir, que no son capaces de conservar su forma al ser sometidas a esfuerzos de corte, es decir, fuerzas tangenciales (paralelas) a la superficie de dicho material, por lo que cuando se encuentran contenidos, adaptan la forma del objeto que los contiene.

Así, podemos intuir que los líquidos fluyen y los sólidos se rompen... ¿o no?

¿Bajo qué condiciones se podría romper un líquido? ¿Bajo qué condiciones podría fluir un sólido?



Ilustración 39:
investiga

Profundicemos en el comportamiento de los líquidos (parte I)

Te sugerimos escoger elementos que se encuentren en tu entorno, además de los que se entregarán, para observarlos, manipularlos e identificar su comportamiento. Utiliza el siguiente espacio según tu criterio, puedes hacer un mapa conceptual, dibujo, tabla, diagrama, entre otros.

Profundicemos cuando un material fluye o se rompe (Parte II)



Ilustración 40:
Clasifica.

Observa la situación que tu profesor te presentará a continuación, la cual consiste en manipular para observar un fenómeno, luego de esto, te sugerimos elaborar una explicación de lo estudiado, realizando un dibujo que logre evidenciar el comportamiento de un líquido visco-elástico.

A large, empty rectangular box with rounded corners and a purple border, intended for drawing or explanation.

Etapa II: Desarrollando tus dotes de investigador.

Un líquido visco-elástico (líquido o gas) es aquel en que su viscosidad (resistencia a fluir) aumenta al ser sometido a un esfuerzo de corte, es decir, fluye con mayor dificultad.

En el caso de un líquido que tenga un comportamiento visco-elástico ¿fluye o se rompe y bajo qué condiciones? Justifique sus respuestas.



Ilustración 41: fluido no newtoniano

A large, empty rectangular box with rounded corners and a purple border, intended for the student's response to the question.



Ilustración 42:
Tus anotaciones

Etapa III: Formalización

Ahora presta atención a tu profesor para poder formalizar el contenido abordado en este trabajo práctico, a continuación, en el espacio asignado registra tus mayores aprendizajes.



Ilustración 43:
Formalizar



Ilustración 44: Tus aprendizajes

A large, empty, rounded rectangular box with a purple border, intended for the student to record their major learnings.

4.2.4. Trabajo Práctico IV

Trabajo Práctico: Propiedades Mecánicas y Estructuras.

Integrantes:

Nivel: 8 E.B.

Establecimiento:

Comuna/Región:

Este trabajo práctico pretende: Analizar las estructuras que pueden formar los polímeros de los materiales y cómo estas, le confieren propiedades mecánicas, desde el punto de vista de los enlaces e interacciones intermoleculares de sus partículas.

Etapa I: Un mundo de materiales

No todos los materiales son iguales, sus similitudes y diferencias permiten clasificarlos y dotarlos de propiedades que escuchamos más de una vez en algún contexto cotidiano, estas características se conocen como propiedades mecánicas de los materiales.



Ilustración 45: Madera, ladrillo, PVC.

En la naturaleza existen materiales muy duros como los metales y piedras; otros elásticos, como las lianas de algunos árboles; otros que hacen combustión al someterlos a calor, como la madera o el carbón; algunos son transparentes como el diamante, otros son frágiles, como el barro seco o la greda y así, podemos nombrar una serie de características, ya sea forma, color, propiedades físicas o químicas y no solo en la naturaleza existe esta diferencia.

En la actualidad, el ser humano es capaz de desarrollar toda clase de materiales sintéticos para responder a sus necesidades. Ha sido capaz de crear materiales con diferentes propiedades, como los elásticos, las bolsas plásticas, los tubos de plástico, entre otros.

A continuación vamos a comprender cuáles son las propiedades mecánicas de los materiales y cómo los enlaces y las estructuras que forman las partículas que lo conforman, se relacionan con estas.



Ilustración 46: Mantas, corbatas, alfombras.

***¿Cuáles son las principales propiedades mecánicas de cualquier material?
Para responder a esto, sugerimos busques información adicional.***



Ilustración 47:
Clasifica.

Profundicemos en las propiedades mecánicas de los materiales.

Te sugerimos escoger elementos que se encuentren en tu entorno, además de los que se entregarán, para observarlos, manipularlos y clasificarlos según las propiedades mecánicas que listaste anteriormente. Utiliza el siguiente espacio según tu criterio, puedes hacer un mapa conceptual, dibujo, tabla, diagrama, entre otros.

Etapa II: Desarrollando tus dotes de investigador.

Definiremos las propiedades mecánicas de los materiales como aquellas que se identifican cuando aplicamos una fuerza en dicho material.

Si los materiales en estado sólido se encuentran constituidos por átomos, moléculas o macromoléculas (polímeros) que poseen una gran fuerza intermolecular formando estructuras. ¿A qué se debe que los materiales posean distintas propiedades mecánicas? Justifica tu respuesta.

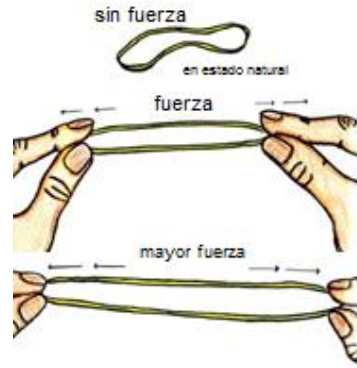


Ilustración 48: Elástico.



Ilustración 49:
Investigador.

Profundicemos el estudio de las estructuras que forman los materiales.

¿De qué manera la siguiente analogía podría ser útil para formar distintas estructuras? Justifique su respuesta.



Ilustración 50: Analogía: globos representan polímeros.



Ilustración 51:
Tus anotaciones.

Etapa III: Formalización

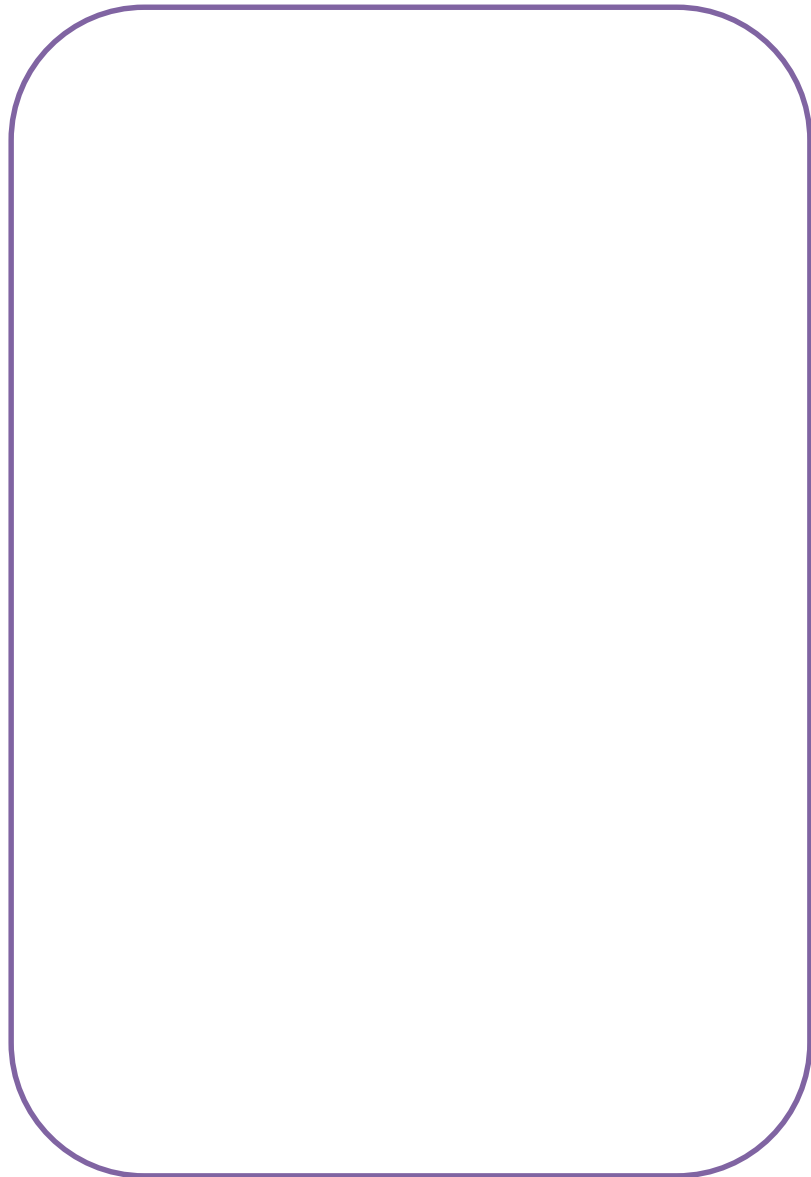
Ahora presta atención a tu profesor(a) para poder formalizar el contenido abordado en este trabajo práctico. En el espacio asignado registra tus mayores aprendizajes.



Ilustración 52:
Formalizar.



Ilustración 53: Tus aprendizajes.



4.3. Indicaciones al Docente

Se incluyen, las indicaciones al docente con el propósito que los trabajos prácticos diseñados puedan ser utilizados en un futuro por el profesorado de ciencias.

4.3.1. Indicaciones al Docente Trabajo Práctico I: Los estados de la Materia

1. Contexto Asignatura: Ciencias Naturales – Física. Nivel: 8 E.B.	2. Estrategia y fundamento Se utilizará la estrategia indagatoria e indagatoria basada en la modelización (IMB), además de lo que se denomina Experiencias Discrepantes (ExD), pues genera una disonancia cognitiva en los estudiantes y, ambas permiten contextualizar el trabajo práctico y grupal.
3. Resultado de Aprendizaje Incentivar el interés de las y los estudiantes por la ciencia promoviendo el trabajo colaborativo y el pensamiento crítico de manera que sean capaces de analizar los estados de la materia, desde el punto de vista de los enlaces e interacciones intermoleculares de sus partículas, realizando un dibujo de los modelos que caracterice a cada uno de los estados para finalmente, comunicarlo y contrastarlo con sus compañeros. Adicionalmente, se espera que los estudiantes adquieran las nociones básicas de las características de un sólido de Hooke, un fluido newtoniano y la viscosidad.	
4. Aspectos A evaluar Contenidos: Estados de la materia. Enlaces intermoleculares. Sólido de Hooke. Fluido Newtoniano. Viscosidad. Habilidades de pensamiento Científico: - Explicar científicamente un fenómeno contextualizado. - Realizar predicciones justificadamente. - Generar hipótesis, explicativas fundamentadas. - Capacidad de realizar preguntas. - Analizar e interpretar información para concluir en forma apropiada. - Relacionar el contenido a un contexto. Actitudes: - Respetar la opinión de otro. - Disposición para trabajar en equipo. - Trabajar en forma cuidadosa y segura. - Interés por comprender un fenómeno.	5. Tipo de Evaluación Intencionalidad: Formativa y Sumativa. Temporalidad: Procesual y final. Agentes evaluadores: Estudiantes se autoevaluarán, serán también evaluados por sus compañeros (coevaluación) así como por el profesor (heteroevaluación). La evaluación se encuentra bajo el paradigma de lo que se denomina evaluación auténtica y existirán pautas de autoevaluación y coevaluación, ambas centradas principalmente en RdeA relacionados con actitudes y algunas habilidades, en cambio la heteroevaluación considerará los RdeA referidos a contenidos, habilidades y actitudes señaladas.

6. Instrucciones Generales

- Designe grupos ya sea, por orden alfabético de la lista, enumerándose u otro.
- Sugerimos que sean grupos de mínimo 3 y máximo 5 integrantes.
- Los estudiantes deben asignarse los siguientes roles, en caso de necesitarlo se pueden combinar: Jefe de grupo. Gestor del tiempo, secretario, expositor y dibujante.

El Trabajo Práctico se desarrollará en 2 sesiones de 1,5 hrs.

De manera general, se procede a realizar una descripción de las tres etapas de este trabajo práctico.

Etapas I: Un poco de Historia.	Esta etapa propone una reseña histórica en torno a las concepciones previas sobre los estados de la materia. Tiene como finalidad que los y las alumnas evidencien cómo la ciencia es contextualizada y cambia según las necesidades que van surgiendo para dar explicaciones a los fenómenos, además busca reconocer qué ideas previas tienen estudiantes sobre los estados de la materia ya estudiado por ellos.
Etapas II: Desarrollando tus dotes de investigador.	Esta etapa proporciona preguntas orientadoras con el objetivo de motivar la indagación en alumnos y alumnas. Busca que estos profundicen el estudio propuesto sobre los estados de la materia de manera grupal, mediante la manipulación de un modelo. Se espera que realicen dibujos, esquemas, mapas conceptuales u otros tipos de explicaciones para que clasifiquen los diferentes materiales.
Etapas III: Formalización	En esta etapa, el docente utiliza otros ejemplos para formalizar el estudio de los estados de la materia y ampliar la concepción de los estados, incluyendo la definición de sólido de Hooke y fluido Newtoniano, mediante ejemplos experimentales y modelos. Los alumnos formalizan sus aprendizajes escribiendo sus propias definiciones de cada estado de la materia y las contrastan con sus demás compañeros para formular una explicación generalizada.

Sesión I

Etapas I: Un poco de Historia (30 minutos)

Se sugiere al profesor guiar la lectura, leyéndola en voz alta, dramatizando o generando participación a los alumnos en esta.

Con respecto a las preguntas de esta etapa, es fundamental que el docente no intervenga en este debate grupal de los y las alumnas, pues aquí se podrá evidenciar las ideas previas que tienen sobre los estados de la materia, las cuales, generalmente son:

Sólido: “material duro, sus partículas están muy juntas, etc”.

Líquido: “adopta la forma del recipiente que lo contiene, partículas ni muy juntas ni muy separadas”.

Gaseoso: “las partículas están muy separadas y adoptan la forma del recipiente que lo contiene”.

Es importante que los grupos compartan sus ideas con los demás grupos y que luego el docente mencione qué entenderemos por el estado sólido, líquido y gaseoso.

Sólido: “estado de la materia donde sus partículas se encuentran fuertemente unidas, lo que permite que no se deforme”.

Líquido: “estado de la materia donde sus partículas se encuentran débilmente unidas, lo que permite que se deforme, es decir, se pueden mover unas sobre otras”.

Gaseoso: “estado de la materia donde sus partículas no se unen, por lo que estas se encuentran muy separadas unas de otras”.

Luego de esta breve exposición, los alumnos deben clasificar materiales entregados por el docente. En esta etapa los estudiantes deben clasificar los materiales sugeridos de la siguiente forma:

Sólido	Líquido	Gas
- Esfera metálica - Plumavit - Banda elástica - Bolita saltarina - Plastilina - Pasta de diente - Sangre - Tierra - Arena	- Agua - Interior de globo con agua - Aceite - Alcohol gel - Pasta de diente - Plastilina - Sangre - Tierra - Arena	- Interior de globo con aire - Botella vacía - Globo con helio - Tierra - Arena

Tabla 8: Clasificación de los materiales en los diferentes estados de la materia.

Nota: Los materiales que se en color naranja, son líquidos con umbral, es decir se encuentran entre lo sólido y lo líquido. Los materiales que se encuentran en color azul, son aquellos que, dependiendo de la Teoría Cinética Molecular, pueden comportarse como los tres estados.

Los alumnos pueden realizar esquemas, mapas conceptuales o tablas para clasificar los materiales, además, pueden utilizar materiales de su entorno.

Realice preguntas dirigidas sobre cómo clasificaron algún material y si algún grupo tiene una clasificación diferente y, luego señale los que están en más de un estado o sean difíciles de trabajar.

Etapla II: Desarrollando tus dotes de investigador (30 minutos)

Se sugiere que inicie esta etapa mencionando que la materia está constituida de pequeñas partículas y solicite que los alumnos lean las preguntas orientadoras para iniciar la indagación. Además indique que elaboren una hipótesis explicativa que permita responder las preguntas orientadoras, luego que cada grupo comparta su hipótesis.

Hipótesis esperadas: *“Las partículas, en cada estado, están ubicadas de manera diferente, en el sólido más juntas, el líquido más o menos separadas y gas, totalmente separadas”, “por el cambio de temperatura, un material puede estar en los tres estados”.*

Hipótesis correcta: “un mismo elemento se puede encontrar en los tres estados debido a su temperatura lo que se relaciona con la energía cinética de sus partículas, la presión y al tipo de enlaces (Teoría Cinética Molecular)”.

Luego entregue el modelo que se encuentra constituido por un globo transparente lleno con bolitas de plumavit, las cuales representan las partículas de cada estado.

Al manipularlo se espera que:

- Estado sólido: el estudiante quite el aire del modelo o que lo deje como se presenta inicialmente.
- Estado líquido: el estudiante infle el globo solo un poco intentando representar un estado intermedio entre el sólido y gaseoso, balanceando el globo de modo que las partículas fluyan juntas.
- Estado gaseoso: el estudiante infle el globo y lo agite de modo que las partículas se muevan aleatoriamente dentro del este.

Es fundamental que después de que los alumnos logren representar los estados de la materia, el docente enfatice en que los estudiantes expliquen al resto y formalicen en forma escrita el método usado para representar cada estado.

Etapla III: Formalización (30 minutos)

Para iniciar la formalización explique a sus estudiantes cómo se podrían representar los tres estados de la materia y profundice en relación a la temperatura y la energía cinética. Luego utilice el siguiente modelo para que los alumnos evidencien la presencia de un enlace.



Ilustración 54: Esferas de metal pegadas mediante silicona.

Para que los estudiantes puedan relacionar la mayor cohesión del modelo del sólido formado con esferas metálicas, puede realizar las siguientes preguntas orientadoras:

- ¿Cuál es la diferencia entre este modelo y el modelo anterior (globo con plumavit)?

En este modelo se ve claramente que presenta un enlace que une sus partículas, mientras que en el anterior no quedaba en evidencia.

- ¿Por qué las partículas se mantienen unidas?

Porque existe un enlace que une sus partículas.

- ¿Qué representará los enlaces intermoleculares en este modelo?

Los enlaces están representados por la silicona que une las pelotitas de acero.

Una vez los estudiantes hayan apreciado que el “pegamento” mantiene unidas a las esferas de metal, se debe hacer énfasis en que los enlaces son quienes determinan cada estado, así, un enlace de mayor magnitud generará un estado sólido, y a medida que los enlaces disminuyan su magnitud, los materiales cambiarán de estado. Esto puede deberse tanto a la temperatura (energía cinética interna de las partículas) como a la presión, aunque esto se aprecia mayormente en el estado gaseoso, ya que la fuerza de atracción intermolecular depende de la distancia a la que se encuentran las partículas, y una mayor presión disminuye dicha distancia intermolecular.

Una vez que haya finalizado la actividad, se procederá a la formalización propiamente tal, la cual se enuncia a continuación y relaciona lo estudiado en el trabajo práctico con los conceptos y terminología científica.

Los estados de la materia

Debido a que los estados de la materia dependen de la energía cinética interna de las partículas, los materiales pueden cambiar de estado al aumentar o disminuir la temperatura de un material, dicho cambio depende de cada material. Por ejemplo el agua cambia de estado a los 0 °C (fusión o solidificación) y a los 100°C (evaporación o condensación), con una presión de 1 atm.

Independiente de lo anterior, la magnitud de los enlaces intermoleculares o interatómicos, determina de manera directa el estado en el cual se encuentre un material, esto se explica en detalle a continuación y en particular para cada estado.

Sólido: La fuerza de atracción de las partículas, ya sea atómica o molecular, es mayor que la energía cinética de éstas. Esto implica que las partículas se encuentran muy cohesionadas y no son capaces de moverse con libertad, pero si pueden vibrar, por lo cual, en el estado sólido las estructuras son definidas, en algunos casos pueden ser ordenadas (cristales), o no poseer un orden definido (sólido amorfo). Los sólidos en general son capaces de conservar su forma al ser sometidos a fuerzas tangenciales a su superficie (esfuerzos de corte) y tienen diversas propiedades mecánicas particulares de éstos, como lo son la dureza, ductilidad, resistencia eléctrica, entre otras.

Líquido: La fuerza de atracción de las partículas es menor que en los sólidos, lo cual se traduce en que la energía cinética de las partículas es mayor, es decir, las partículas tienen mayor libertad para moverse que en el estado sólido, por lo que son capaces de desplazarse unas sobre otras y fluir, aunque todavía presentan cohesión entre ellas, por lo cual permanecen unidas generando que los líquidos sean prácticamente incompresibles (no pueden ser comprimidos). La viscosidad (resistencia a fluir), tensión superficial (fuerza por unidad de longitud) y capilaridad son propiedades físicas directamente relacionadas con los líquidos.

Gas: En los gases la energía cinética de las partículas es muy alta y mucho mayor que la atracción entre las mismas, por lo cual se encuentran desordenadas y no pueden conservar su forma, aunque si pueden ser confinados. Los gases también son capaces fluir, al igual que los líquidos, pero a diferencia de éstos, las partículas de los gases se encuentran muy separadas, por lo cual pueden ser comprimidos.

Sesión II (90 minutos)

Se inicia la clase recordando brevemente la clasificación de los estados de la materia desde la Teoría Cinético Molecular. Esto se le solicita a un grupo de trabajo para que el docente verifique nuevamente si se adquirió el aprendizaje de la clase anterior.

Luego de haber comprendido la importancia de los enlaces en los estados de la materia, se debe avanzar en los contenidos, indicando que hasta ahora hemos visto un modelo simplificado de los materiales y sin interacción alguna, pero que en los futuros trabajos prácticos, vamos a someter a esfuerzos (fuerza por unidad de área) distintos materiales y a interactuar con ellos, por lo cual se deben comprender algunos conceptos claves relacionados con los fluidos y sólidos que se verán a continuación.

Los conceptos que se presentan a continuación van acompañados de actividades y experiencias que facilitan la comprensión de dichos conceptos.

- Viscosidad

Se inicia la introducción de este concepto teniendo en distintos vasos de vidrio los siguientes fluidos: Agua, leche, aceite, caramelo y miel.

A continuación, se pregunta a los alumnos cuál de ellos creen que es más viscoso (en situaciones ideales). Se espera que indiquen que el agua y la leche son menos viscosos, y el aceite, la miel y el caramelo son más viscosos.

Luego de que los estudiantes respondan, se explica el concepto de viscosidad como sigue:

“Cuando un fluido y en particular un líquido se pone en movimiento producto de una fuerza, no se mueve de manera uniforme, sino que presenta una resistencia a fluir que depende de la cohesión o fuerza que poseen sus enlaces, esta resistencia a fluir se denomina viscosidad”.

Una vez explicado esto, se saca un poco de cada líquido con una cuchara y se inclina de manera de que escurra y se pregunta a los alumnos cual es más viscoso. El orden de viscosidad de menor a mayor que se espera establezcan los alumnos es: agua, leche, aceite, caramelo y miel, todos estos en reposo.

A pesar de que no es parte de la actividad, se puede utilizar la experiencia para hacer notar que la densidad y viscosidad no es lo mismo, definiendo la densidad como sigue:

“La densidad es la cantidad de masa en un determinado volumen y que si un material se introduce en un fluido, flotará si su densidad es menor y se hundirá si su densidad es mayor”.

Una vez establecido esto, se pregunta cual material es más viscoso y cual es más denso; si el agua o el aceite. De manera intuitiva los alumnos dirán que el aceite es más denso y viscoso que el agua, a lo cual se introduce una cucharada de aceite en el agua para observar que esta flota, por lo cual el aceite es menos denso que el agua, pero más viscoso.

Si la viscosidad de un fluido se mantiene constante al aplicar una fuerza en este, manteniendo su temperatura constante, se dice que el fluido es newtoniano; si la viscosidad del fluido cambia, se dice que el fluido es no newtoniano.

Así, desde el punto de vista del movimiento de un líquido, cuando este se pone a fluir a cierta velocidad, presenta una resistencia a fluir que se opone a dicho movimiento y depende de la viscosidad, y esta resistencia es proporcional a la velocidad con la que dicho líquido fluye.

- Sólido de Hooke o Sólido elástico

La explicación de este concepto inicia definiendo brevemente a un sólido de Hooke, como aquel donde la deformación es proporcional a la fuerza que se ejerce sobre este para generar dicha deformación.

Para indagar sobre esta concepción de sólido, se presenta un modelo simplificado, del cual se crean tres iguales, formado por dos bolitas salarinas unidas con un resorte las cuales representarán dos partículas de un sólido y el enlace que las une.

Utilizando este modelo, se explica que, en un sólido, los átomos y las moléculas están presentes en grandes cantidades y están unidos por fuerzas interatómicas (o intermoleculares dependiendo del tipo de sustancia) que generan estructuras análogas al modelo presentado.

Luego se utiliza el modelo para mostrar que al intentar separar o juntar las bolitas, estas vibran, además se puede hacer vibrar el modelo hacia los lados y observar el comportamiento de este.

Así, se puede entender que en general en un sólido las partículas se encuentran unidas por enlaces que se comportan de manera similar a un resorte, lo cual permite que las partículas vibren hacia adelante y hacia atrás sobre su posición de equilibrio, pero sin intercambiar posiciones con otros átomos del sólido, a diferencia de un líquido o gas.

Este movimiento vibratorio, en donde el átomo experimenta un cambio de posición respecto de su equilibrio (una leve deformación) implica necesariamente, que este ejerza una fuerza sobre los demás átomos cercanos, lo cual genera que los átomos del sólido comiencen a vibrar cerca de donde se genera la fuerza. Esta vibración continúa hasta que la fuerza se disipa. Lo anterior se ejemplifica poniendo los tres modelos uno al lado del y haciendo vibrar uno de manera que choque con los otros. Para poder mantener en la misma posición los modelos, se puede pedir ayuda a los estudiantes.

Se termina la explicación definiendo nuevamente sólido de Hooke como sigue:

“Un sólido de Hooke es aquel en donde la deformación ocurrida sobre este es proporcional a la fuerza ejercida. Este comportamiento puede ser explicado suponiendo que un sólido se encuentra formado por partículas unidas por enlaces interatómicos o intermoleculares que pueden estirarse y vibrar en torno a un eje de equilibrio, pero no pueden cambiar de posición con otros”.

Para finalizar la formalización, se generará un consenso con los estudiantes, estableciendo que

para representar el comportamiento de las partículas de un sólido, se entenderá a los enlaces que unen a las partículas como resortes, es decir, que vibran sin cambiar de posición con otras partículas y en el caso de los líquidos, se entenderá al conjunto de partículas como un sistema que puede fluir de acuerdo a su viscosidad, manteniéndose unidas aunque pudiendo cambiar de posición entre estas.

4.3.2. Indicaciones al Docente Trabajo Práctico II: Entre Sólido y Líquido

1. Contexto Asignatura: Ciencias Naturales – Física. Nivel: 8 E.B.	2. Estrategia y fundamento Se utilizará la estrategia indagatoria e indagatoria basada en la modelización, además de lo que se denomina Experiencias Discrepantes (ExD), pues genera una disonancia cognitiva en los estudiantes y, ambas permiten contextualizar el trabajo práctico y grupal.
3. Resultado de Aprendizaje Incentivar tu capacidad de analizar bajo qué condiciones un material granular se comporta como un sólido o un líquido y de qué manera la fuerza debido a tensión superficial, en particular la capilaridad, mantiene unidas o separadas las partículas del material granular.	
4. Aspectos A evaluar Contenidos: Material granular. Tensión superficial. Capilaridad. Habilidades de pensamiento Científico: - Explicar científicamente un fenómeno contextualizado. - Realizar predicciones justificadamente. - Generar hipótesis explicativas fundamentadas. - Capacidad de realizar preguntas. - Analizar e interpretar información para concluir en forma apropiada. - Relacionar el contenido a un contexto. Actitudes: - Respetar la opinión de otro. - Disposición para trabajar en equipo. - Trabajar en forma cuidadosa y segura. - Interés por comprender un fenómeno.	5. Cómo Evaluar Intencionalidad: Formativa y Sumativa. Temporalidad: Procesual y final. Agentes evaluadores: Estudiantes se autoevaluarán, serán también evaluados por sus compañeros (coevaluación) así como por el profesor (heteroevaluación). La evaluación se encuentra bajo el paradigma de lo que se denomina evaluación auténtica y existirán pautas de autoevaluación y coevaluación, ambas centradas principalmente en RdeA relacionados con actitudes y algunas habilidades, en cambio la heteroevaluación considerará los RdeA referidos a contenidos, habilidades y actitudes señaladas.
6. Instrucciones Generales - Designe grupos ya sea, por orden alfabético de la lista, enumerándose u otro. - Sugerimos que sean grupos de mínimo 3 y máximo 5 integrantes. - Los estudiantes deben asignarse los siguientes roles, en caso de necesitarlo se pueden combinar: Jefe de grupo. Gestor del tiempo, secretario, expositor y dibujante. El Trabajo Práctico se desarrollará en 2 sesiones de 1,5 hrs.	

De manera general, se procede a realizar una descripción de las tres etapas de este trabajo práctico.

Etapas I: Un día en la playa.	Esta etapa propone una situación cotidiana para introducir la pregunta ¿La arena es un material sólido o líquido? Tiene como finalidad que los y las alumnas, mediante un ejemplo, evidencien cómo la ciencia se encuentra en el entorno cercano y generar una discrepancia en ellos.
Etapas II: Desarrollando tus dotes de investigador.	Esta etapa proporciona preguntas orientadoras con el objetivo de motivar a alumnos y alumnas a indagar, cuya finalidad es entender que el agua cumple el rol de enlace. Se realizan experiencias, para que evidencien el comportamiento sólido o líquido que adquiere la arena, también conocida como material granular.
Etapas III: Formalización	En esta etapa, el docente utiliza otros ejemplos para formalizar el estudio sobre la arena. Los y las alumnas formalizan sus aprendizajes escribiendo sus propias definiciones y las contrastan con sus demás compañeros para formular una explicación generalizada.

Sesión I

Etapas I: Un día en la Playa (40 minutos)

Se sugiere al profesor guiar la lectura, leyéndola en voz alta, dramatizando o generando participación a los alumnos en esta.

Con respecto a la pregunta planteada, es fundamental que el o la docente no intervenga en el debate grupal de los y las alumnas, pues se pretende generar una discrepancia cognitiva con respecto al estado al que consideran que pertenece la arena. En este sentido, es esperable que mencionen: *“la arena es un sólido”, “cada piedrita que compone la arena es sólida, por lo tanto, la arena es sólida”, “adopta la forma del recipiente que la contiene, por lo tanto podría ser líquida”*.

A lo anterior, la respuesta debería ser: “es un líquido y si miramos cada granito por separado es un sólido”.

En particular, la arena es un líquido con umbral, el cual necesita un esfuerzo de corte para comenzar a fluir, pero los estudiantes no conocerán este concepto hasta el trabajo práctico 3 en donde se profundizará y formalizará dicho concepto, por lo cual se considerará la respuesta de que “la arena es líquida” como correcta.

Luego de esto es importante que los grupos compartan sus ideas previas con los demás grupos, con el objetivo de contrastar sus nociones.

Posteriormente, en la Parte I, Ud. deberá hacer entrega de un modelo que consiste en un globo relleno de arena, similar al utilizado en el trabajo práctico anterior (Los Estados de la Materia). La finalidad es que los y las alumnas comparen el modelo anterior con el actual, de tal manera que se percaten que la situación es similar, por lo que se espera que señalen: *“si compacto la arena se comporta como un sólido”, “de manera similar que con el globo y las pelotas de plumavit, si inflo un poco el globo, las partículas de arena comenzarán a fluir”*.

Nota: si los alumnos mencionan que al agitarlo la arena se comporta como un gas, mencione que está en lo correcto, pero para efectos de este trabajo práctico no será considerado.

Los alumnos pueden realizar esquemas, mapas conceptuales u otra representación, para realizar la comparación entre los modelos y compartir sus generalizaciones al compararlos con el curso.

Luego, para la Parte II, deberá presentar una situación en donde los estudiantes evidencien que al elevar una tabla que contiene arena, esta comienza a fluir (Ilustraciones 55, 56 y 57). Se espera que ellos indiquen: *“al elevar la tabla la arena cae”*, además que realicen un dibujo como el siguiente:

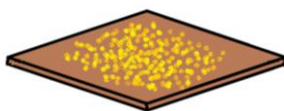


Ilustración 55: Arena sobre tabla.



Ilustración 56: Zoom arena sobre tabla.

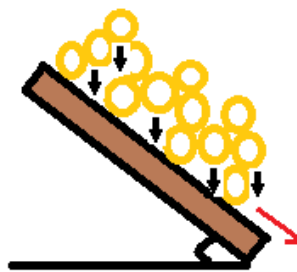


Ilustración 57: Arena fluyendo.

Si esto no ocurre, explique por qué la arena fluye, lo que se explica como sigue: “la arena fluye porque las partículas inferiores se separan producto de que la fuerza de gravedad supera la fuerza de roce estático, por lo tanto, las partículas que están sobre estas se reacomodan ocupando el espacio que se genera producto del movimiento de las partículas inferiores, en consecuencia, fluyen”.

Este comportamiento también se debe relacionar con el fenómeno llamado dilatancia, haciendo que los estudiantes piensen en el comportamiento de la arena mojada en la orilla del mar, en donde al pisar sobre esta, adopta un comportamiento más cohesionado, y pareciera que el agua desapareciese de la arena.

De ser necesario se puede realizar demostrativamente lo anterior agregando agua en un recipiente de arena de modo que quede lo suficientemente humedecida y con una mano o un dedo observar el comportamiento de esta.

Los estudiantes deben debatir porqué la arena adopta este comportamiento, para luego formalizar el concepto:

Cuando se ejerce una fuerza perpendicular sobre la arena, se obliga a las partículas circundantes a moverse, provocando que éstas se separen.

Debido a que el agua es un fluido y al encontrarse las partículas circundantes separadas, el agua escurre y desciende al fondo de la arena, por lo cual la arena alrededor de punto de aplicación de la fuerza se “seca”

Una vez finalizada la formalización, se procede a pasar a la siguiente etapa.

Sesión II

Etapa II: Desarrollando tus dotes de investigador (50 minutos)

Se sugiere que inicie esta etapa mencionando que la arena es un material granular y que esta se genera en forma natural, mediante erosiones volcánicas o artificialmente, rompiendo la roca nueva. Además indique a los y las estudiantes leer las preguntas orientadoras para iniciar la indagación. Solicite a ellos que elaboren una hipótesis explicativa que permita responder las preguntas. Que cada grupo comparta su hipótesis.

Hipótesis esperadas: *“al agregar agua sobre la arena esta se vuelve sólida, pues esta se comporta como un enlace, uniendo las pequeñas partículas de la arena”.*

Deberían responder: “Al agregar agua sobre la arena, esta genera que aumente el umbral y, por lo tanto se necesita más fuerza para que la arena fluya” “el agua se comporta como un enlace entre los granos de arena”.

Luego, Ud. debe entregar un gotario por grupo para observar que el agua forma gotas, debido a la fuerza provocada por la tensión superficial, y posteriormente los estudiantes hacen burbujas para comprender totalmente este comportamiento.

El docente debe explicar lo que es la tensión superficial (ver explicación en formalización) y los alumnos registran sus principales aprendizajes, luego deben compartirlas con los demás grupos.

Para comprender la interacción entre el agua y el sólido los alumnos deben introducir materiales en un recipiente con agua y debe solicitarles que observen atentamente qué ocurre inmediatamente después de sacar dicho objeto, se espera que noten que el agua se mantiene adherida al objeto hasta una altura determinada que está limitada hasta que el peso del líquido se iguala a la tensión superficial.

Luego entregue el modelo que se encuentra construido por un alambre en forma de U y con un alambre deslizante y una mezcla de agua con detergente, de tal forma que al manipularlo los alumnos evidencien que el líquido ejerce una fuerza que une el alambre deslizante con su lado opuesto.

Los y las estudiantes deben explicar al resto del curso sus observaciones y anotaciones.

Etapa III: Formalización (30 minutos)

Al finalizar las actividades propuestas, se debe formalizar lo aprendido, los conceptos y la relación con lo visto en la clase se describe a continuación:

La capilaridad es una propiedad que poseen los líquidos que depende de la tensión superficial del mismo.

Las partículas de un líquido se atraen entre sí debido a las fuerzas intermoleculares que existen entre ellas. Esta atracción es en todas direcciones por lo cual podría decirse que las partículas se encuentran en equilibrio dentro del líquido.

Sin embargo, en la superficie del líquido las partículas del interior atraen a las de la superficie, lo cual provoca que la resultante de la fuerza intermolecular sea distinta de cero y apunte hacia el interior, lo que implica que las partículas de la superficie sean atraídas hacia el interior del líquido. La tensión superficial es la relación (cociente) entre la fuerza necesaria para aumentar o disminuir una unidad de longitud de dicha película, y la longitud de la superficie de dicha película, la cual también se puede entender como la resistencia de un líquido a aumentar o cambiar su superficie, es decir, la relación (cociente) entre la energía necesaria para que un fluido aumente o disminuya de superficie, con la superficie del líquido.

Debido a la tensión superficial, los líquidos tienden a adoptar formas esféricas (gotas).

Cuando un líquido se pone en contacto con un sólido, se genera una interacción entre los enlaces del fluido o cohesión de sus partículas y el roce entre el sólido y el líquido (adhesión).

Cuando la cohesión de las partículas del fluido es menor que la adhesión, el líquido sube por el sólido, es decir, el sólido se “moja”. Esto ocurre hasta que la componente vertical de la fuerza provocada por la tensión superficial iguala al peso del líquido. Esta propiedad permite que el agua suba por un tubo capilar y es la que permite que el agua pueda subir por los capilares de las plantas.

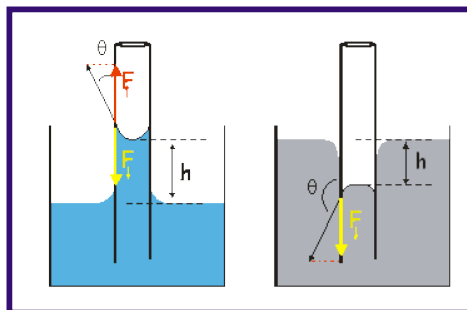


Ilustración 58: Capilaridad.

Si la cohesión de las partículas del fluido es mayor que la adhesión, entonces el líquido se curva hacia adentro, es decir, el líquido se “hunde” en las esquinas donde tiene contacto con el sólido. Esto se puede apreciar por ejemplo, en un tubo con mercurio en su interior, el cual posee una gran cohesión entre sus partículas.

Así, entenderemos por capilaridad a la interacción que ocurre entre la cohesión de las partículas de un líquido con la adhesión de un sólido, lo cual provoca que el líquido ascienda o descienda por el sólido debido a la tensión superficial de éste.

Si las partículas del sólido son muy pequeñas, como en el caso de la arena, es el sólido quien es atraído hacia el líquido debido a la capilaridad. En este caso, la tensión superficial genera una fuerza que tira a las partículas de arena, lo cual provoca que estas se atraigan entre sí. Este enlace que se forma entre pequeñas partículas en presencia de un líquido se denomina enlace capilar.

En conclusión, el agua de la arena húmeda se introduce entre las partículas, lo cual provoca un enlace capilar entre ellas, otorgándole una mayor cohesión, por lo cual la arena húmeda tiene mayor cohesión que la arena seca.

Para finalizar la formalización, se muestra lo que ocurre al agregarle más agua a la mezcla, en donde se pone líquida debido a que hay un exceso de agua por lo que no es capaz de formarse un enlace capilar debido a que las partículas de arena son atraídas en todas direcciones por el agua.

4.3.3. Indicaciones al Docente Trabajo Práctico III: ¿Fluye o se Rompe?

1. Contexto Asignatura: Ciencias Naturales – Física. Nivel: 8 E.B.	2. Estrategia y fundamento Se utilizará la estrategia indagatoria e indagatoria basada en la modelización (IMB), además de lo que se denomina Experiencias Discrepantes (ExD), pues genera una disonancia cognitiva en los estudiantes y, ambas permiten contextualizar el trabajo práctico y grupal.
3. Resultado de Aprendizaje Incentivar el interés de las y los estudiantes por la ciencia promoviendo el trabajo colaborativo y el pensamiento crítico de manera que sean capaces de analizar y conocer bajo qué condiciones un material se rompe o fluye desde el punto de vista de los enlaces, y comprender de qué manera influyen los esfuerzos de corte en el comportamiento de los líquidos complejos (no newtoniano), a través de un prototipo que permita construir un modelo representado por un dibujo que explique tal comportamiento para finalmente, comunicarlo y contrastarlo con sus compañeros.	
4. Aspectos A evaluar Contenidos: Concepto de ruptura. Concepto de fluir. Fluido no newtoniano. Habilidades de pensamiento Científico: - Explicar científicamente un fenómeno contextualizado. - Realizar predicciones justificadamente. - Generar hipótesis, explicativas fundamentadas. - Capacidad de realizar preguntas. - Analizar e interpretar información para concluir en forma apropiada. - Relacionar el contenido a un contexto. Actitudes: - Respetar la opinión de otro. - Disposición para trabajar en equipo. - Trabajar en forma cuidadosa y segura. - Interés por comprender un fenómeno.	5. Tipo de Evaluación Intencionalidad: Formativa y Sumativa. Temporalidad: Procesual y final. Agentes evaluadores: Estudiantes se autoevaluarán, serán también evaluados por sus compañeros (coevaluación) así como por el profesor (heteroevaluación). La evaluación se encuentra bajo el paradigma de lo que se denomina evaluación auténtica y existirán pautas de autoevaluación y coevaluación, ambas centradas principalmente en RdeA relacionados con actitudes y algunas habilidades, en cambio la heteroevaluación considerará los RdeA referidos a contenidos, habilidades y actitudes señaladas.
6. Instrucciones Generales - Designe grupos ya sea, por orden alfabético de la lista, enumerándose u otro. - Sugerimos que sean grupos de mínimo 3 y máximo 5 integrantes. - Los estudiantes deben asignarse los siguientes roles, en caso de necesitarlo se pueden combinar: Jefe de grupo. Gestor del tiempo, secretario, expositor y dibujante. El trabajo Práctico se desarrollará en 2 sesiones de 1,5 hrs.	

De manera general, se procede a realizar una descripción de las tres etapas de este trabajo práctico.

Etapla I: Un accidente en la cocina.	Esta etapa propone contextualización del estudio con un hecho cotidiano. Tiene como finalidad que los y las alumnas reflexionen sobre el comportamiento de los materiales llamados líquidos complejos cuando se aplican fuerzas externas sobre estos, en partículas cuando la fuerza los hace fluir.
Etapla II: Desarrollando tus dotes de investigador.	Esta etapa proporciona preguntas orientadoras con el objetivo de introducir la indagación de alumnos y alumnas. Busca que estos profundicen el estudio propuesto sobre los fluidos visco-elásticos y sus características particulares mediante la experimentación y manipulación de una analogía. Se espera que realicen dibujos, esquemas, mapas conceptuales u otros tipos de explicaciones referentes al fenómeno estudiado.
Etapla III: Formalización	En esta etapa, el docente utiliza otros ejemplos para formalizar el estudio de los fluidos complejos (no newtonianos), además de entregar algunas aplicaciones de dichos fluidos. Los alumnos formalizan sus aprendizajes escribiendo sus propias definiciones y las contrastan con sus demás compañeros para formular una explicación generalizada.

Sesión I

Etapla I: Un accidente en la cocina (30 minutos)

Se sugiere al profesor guiar la lectura, leyéndola en voz alta, dramatizando o generando participación a los alumnos en esta.

Con respecto a las preguntas de esta etapa, es fundamental que el docente no intervenga en este debate grupal de los y las alumnas, pues aquí se podrá evidenciar las ideas previas que tienen sobre el comportamiento de los líquidos y sólidos, sin embargo, es esperable que respondan:

- *“Los sólidos se rompen” – “Si se doblan o se hace una fuerza sobre los sólidos, estos se rompen” – “Si los sólidos son frágiles se rompen” – “Los sólidos no pueden fluir” – “Los sólidos deben poder fluir pero no sé por qué”*
- *“Los líquidos fluyen” – “Los líquidos si pueden romperse ya que se separan sus partículas” – “Los líquidos no pueden romperse” – “Algunos líquidos no pueden fluir”*

Esta pregunta se retomará al finalizar el trabajo práctico y las respuestas correctas se encuentran en la formalización (Etapla III).

A partir de esta etapa, se relacionan los contenidos con el trabajo práctico anterior (entre

sólido y líquido) mostrando que existen algunos materiales que se presentan sólidos, pero que al ejercer una fuerza sobre estos comienzan a fluir y adoptan un comportamiento líquido.

La fuerza mínima necesaria para hacer fluir este material se denomina umbral, y a este tipo de material, líquidos con umbral.

A continuación se realiza la siguiente actividad, pasándole a cada estudiante un líquido con umbral y haciéndolos reflexionar sobre su utilidad. Por ejemplo la conveniencia de la pasta de dientes para quedarse en su tubo hasta que se presiona, o la utilidad de la plastilina para moldearla y que mantengan su forma.

Una vez se encuentre formalizado el concepto de fluidos con umbral, se muestra el video de la piscina llena de maicena y una vez finalizado este, se pregunta qué características tiene y qué es el material que se presenta en el video.

Materiales en seco

En la parte I, después de una lluvia de ideas, se presentan cuatro posibles candidatos para crear el material agregándole agua (harina, sémola, leche en polvo y almidón de maíz).

Se les pide a los alumnos que indaguen, de manera que puedan clasificar los materiales de acuerdo a alguna característica relevante para la explicación del fenómeno.

En esta etapa, los estudiantes manipularán los cuatro materiales, buscando similitudes y diferencia. La característica que se debe destacar es el sonido que hacen los cuatro materiales al frotarlos con los dedos o las manos, en donde en el caso del almidón de maíz, genera un ruido muy desagradable y audible, y en los otros materiales no.

Una vez observada esta característica, se pregunta a los estudiantes si se imaginan por qué dos sólidos al frotarse realizan un sonido.

Si no responden o su respuesta se aleja de la esperada, se debe explicar que debido a que las superficies de dos materiales son irregulares, se trancan o traban entre sí, similar a cuando dos engranajes se ponen en contacto. Este comportamiento implica que a medida que se les somete a una fuerza, los materiales acumulan energía elástica, y luego de sobrepasar un umbral (similar a los fluidos con umbral) la energía se libera, las partículas se mueven, y este rápido movimiento genera un sonido entre esos dos materiales. Esto explica por qué rechinan las puertas cuando no se encuentran lubricadas.

Usando la hipótesis anterior, las partículas de almidón a diferencia de las otras sustancias, poseen superficies muy irregulares, lo cual provoca que se traben y esto se evidencia con el sonido que producen cuando se frotan entre sí.

Materiales húmedos (mezclas)

En la parte II, al clasificar cada material granular por separado y observar esta característica, se procede a formar las mezclas de cada material, agregando agua a cada uno de ellos.

Una vez hecho esto, se investiga en cada material, observando que tanto las mezclas de harina, sémola y leche en polvo, son líquidos con umbral y que el almidón de maíz con agua, se comporta como el material visto en el video.

Luego de esto, se da libertad a los alumnos para que experimenten con el material, que introduzcan un dedo en él, la mano, que saquen un poco, entre otras actividades, de manera que se familiaricen con dicha mezcla.

Luego se pregunta a los estudiantes de qué depende, en particular, el comportamiento de este material. Si los alumnos no responden o su respuesta se encuentra lejos de la esperada, se explica mediante algún ejemplo, como apretar un trozo de la mezcla con la mano o introducir la mano en la mezcla, que el fluido presenta una mayor resistencia a fluir que depende de la velocidad de la deformación. Mientras más rápida sea la velocidad de deformación del fluido, mayor resistencia a fluir presenta este, es decir, aumenta su viscosidad dependiendo de la velocidad de deformación.

Estos materiales que aumentan su viscosidad hasta el punto de adoptar un comportamiento sólido se denominan fluidos visco-elásticos, y pueden entenderse como materiales que son sólidos o líquidos dependiendo de la velocidad de deformación a la que son sometidos.

Tanto los líquidos con umbral como los líquidos visco-elásticos, se conocen como fluidos complejos (no newtonianos), pues su comportamiento depende de la tasa de deformación.

Una vez definido el concepto de líquido complejo se procede a realizar la explicación del comportamiento visco-elástico del almidón de maíz con agua (ver formalización)

Como desafío para la sesión II, se puede proponer a los estudiantes que busquen algún material granular que al frotarlos generen un ruido similar al del almidón de maíz, y si estos al mezclarlos con agua forman un fluido visco-elástico.

Además se realiza la siguiente pregunta para que los estudiantes reflexionen:

- Se desea construir un chaleco antibalas con un fluido no newtoniano que tiene un comportamiento similar al almidón de maíz ¿Es una buena idea? ¿Cuál será su funcionamiento?

Finalmente, al terminar la explicación del comportamiento del fluido visco-elástico se procede a iniciar la actividad indagatoria que explorará si este fluido fluye o se rompe.

Sesión II

Etapla II: Desarrollando tus dotes de investigador (60 minutos)

Fluye o se rompe

La actividad inicia preguntando a los estudiantes si la mezcla estudiada fluye o se rompe y bajo qué condiciones.

Una vez que los estudiantes hayan respondido, se procede a realizar la actividad con la banda elástica introduciendo un poco de la mezcla en la banda elástica.



Ilustración 59: Modelo de banda elástica.

La secuencia didáctica para manipular la maicena es debe ser estirar muy lentamente y aumentar la velocidad de a poco, de manera de apreciar visiblemente el fenómeno y relacionarlo con la velocidad.

Los estudiantes deberían relacionar la ruptura con la propiedad visco-elástica de la mezcla. De no ser así, se debe recordar que el fluido adopta un comportamiento sólido.

Una vez que los estudiantes hayan manipulado la mezcla y se encuentren convencidos de que es la velocidad la que genera la ruptura, se procede a realizar la explicación del fenómeno utilizando la analogía de las bandas elásticas unidas al amortiguador (ver formalización).

Etapla III: Formalización (20 minutos)

Explicación del líquido visco-elástico

En esta etapa se generará una explicación para el comportamiento del almidón de maíz con agua. La actividad comienza relacionando las propiedades en el almidón de maíz en seco con la mezcla.

Se explica que debido a la superficie irregular de las partículas del almidón, estas se atascan cuando se ponen en contacto, actuando de manera análoga a unos engranajes.

Cuando las partículas se encuentran mezcladas con agua, esta actúa como lubricante entre las partículas, introduciéndose en ellas lo cual hace que se suelte el atasco provocado por lo que las partículas son capaces de desplazarse entre ellas, de manera similar al aceite que se pone para lubricar las bisagras de las puertas.

Al ejercer un esfuerzo de corte sobre la mezcla ocurren dos fenómenos.

1. Las partículas se aproximan entre ellas, lo cual provoca que se traben
2. El agua no es capaz de introducirse entre las partículas del almidón, por lo cual no puede ejercer de lubricante.

Estos fenómenos explican que el almidón de maíz con agua adopte un comportamiento sólido al ejercer sobre este un esfuerzo de corte, desplazando el agua hacia los costados, de manera similar al fenómeno ocurrido en la dilatación (trabajo práctico 2) de la arena, es decir, el agua escurre debido a que las partículas del almidón de maíz se aproximan entre ellas, no logra introducirse entre las partículas del almidón de maíz y finalmente las partículas se traban, aumentando su viscosidad.

Debido a que el agua es un fluido, al pasar un intervalo pequeño de tiempo, comienza a fluir e introducirse entre las partículas del almidón, lubricando las partículas e implicando que la mezcla disminuya nuevamente su viscosidad.

Fluye y se rompe

El comportamiento del almidón de maíz con agua se comporta como si sus partículas se encontrasen unidas con un enlace que es bajo ciertas condiciones un enlace similar al de un sólido y bajo otras condiciones, un enlace similar al de un líquido.

Esto puede ejemplificarse utilizando dos elásticos unidos con un velcro y estos a su vez unidos a un amortiguador. En donde al tirar la analogía de manera lenta, los elásticos se mantienen unidos, y al tirar de manera rápida, estos se rompen,

Cuando las partículas se mueven con una velocidad pequeña, es decir, cuando la velocidad de deformación de las partículas es pequeña, debido a que el agua fluye entre las partículas y actúa como lubricante, la mezcla fluye. A medida que aumenta la velocidad de deformación y debido al comportamiento ya estudiado del fluido visco-elástico, comienza a fluir cada vez menos agua entre las partículas del almidón, por lo cual su viscosidad aumenta y los enlaces de la mezcla adoptan un comportamiento sólido, en donde, debido a que la fuerza que genera la deformación es mayor que la fuerza del enlace, la mezcla se rompe.

Así, se concluye que un fluido visco-elástico fluye y se rompe, adoptando un comportamiento u otro dependiendo de la velocidad con la que se realice la deformación.

4.3.4. Indicaciones al Docente Trabajo Práctico IV: Propiedades Mecánicas y Estructuras

1. Contexto Asignatura: Ciencias Naturales – Física. Nivel: 8 E.B.	2. Estrategia y fundamento Se utilizará la estrategia indagatoria e indagatoria basada en la modelización, además de lo que se denomina Experiencias Discrepantes (ExD), pues genera una disonancia cognitiva en los estudiantes y, ambas permiten contextualizar el trabajo práctico y grupal.
3. Resultado de Aprendizaje Incentivar el interés de las y los estudiantes por la ciencia promoviendo el trabajo colaborativo y el pensamiento crítico de manera que sean capaces de comprender las estructuras que pueden formar los polímeros de un material y sus propiedades mecánicas, desde el punto de vista de los enlaces e interacciones intermoleculares de sus partículas, para finalmente comunicarlo y contrastarlo con sus compañeros.	
4. Aspectos A evaluar Contenidos: Propiedades mecánicas de los materiales. Estructura de los materiales. Habilidades de pensamiento Científico: - Explicar científicamente un fenómeno contextualizado. - Realizar predicciones justificadamente. - Generar hipótesis explicativas fundamentadas. - Capacidad de realizar preguntas. - Analizar e interpretar información para concluir en forma apropiada. - Relacionar el contenido a un contexto. Actitudes: - Respetar la opinión de otro. - Disposición para trabajar en equipo. - Trabajar en forma cuidadosa y segura. - Interés por comprender un fenómeno.	5. Cómo Evaluar Intencionalidad: Formativa y Sumativa. Temporalidad: Procesual y final. Agentes evaluadores: Estudiantes se autoevaluarán, serán también evaluados por sus compañeros (coevaluación) así como por el profesor (heteroevaluación). La evaluación se encuentra bajo el paradigma de lo que se denomina evaluación auténtica y existirán pautas de autoevaluación y coevaluación, ambas centradas principalmente en RdeA relacionados con actitudes y algunas habilidades, en cambio la heteroevaluación considerará los RdeA referidos a contenidos, habilidades y actitudes señaladas.
6. Instrucciones Generales - Designe grupos ya sea, por orden alfabético de la lista, enumerándose u otro. - Sugerimos que sean grupos de mínimo 3 y máximo 5 integrantes. - Los estudiantes deben asignarse los siguientes roles, en caso de necesitarlo se pueden combinar: Jefe de grupo. Gestor del tiempo, secretario, expositor y dibujante. El Trabajo Práctico se desarrollará en 2 sesiones de 1,5 hrs.	

De manera general, se procede a realizar una descripción de las tres etapas de este trabajo práctico.

Etapas I: Un mundo de materiales.	Esta etapa propone implícitamente algunas propiedades mecánicas de los materiales tanto naturales como artificiales. Tiene como finalidad que los y las alumnas evidencien cómo la ciencia es contextualizada y busca dar explicaciones a los fenómenos realizándose preguntas pertinentes. Además busca reconocer qué ideas previas tienen estudiantes sobre las propiedades mecánicas de los materiales.
Etapas II: Desarrollando tus dotes de investigador.	Esta etapa proporciona preguntas orientadoras con el objetivo de motivar la indagación de alumnos y alumnas. Busca que estos profundicen el estudio propuesto sobre las propiedades mecánicas de los materiales y la estructura de los mismos de manera grupal mediante la manipulación de una analogía. Se espera que realicen dibujos, esquemas, mapas conceptuales u otros tipos de explicaciones referentes al fenómeno estudiado.
Etapas III: Formalización	En esta etapa, el docente utiliza otros ejemplos para formalizar el estudio de las propiedades mecánicas de los materiales haciendo énfasis en la estructura de los mismos. Los alumnos formalizan sus aprendizajes escribiendo sus propias definiciones y las contrastan con sus demás compañeros para formular una explicación generalizada.

Sesión I

Etapas I: Un mundo de materiales (90 minutos)

Se sugiere al profesor guiar la lectura en voz alta, dramatizando o generando participación a los alumnos en esta.

Con respecto a las preguntas de esta etapa, es fundamental que el docente no intervenga en los debates de los y las alumnas, pues aquí se podrá evidenciar las ideas previas que tienen sobre las propiedades mecánicas de los materiales, sin embargo, es esperable que no comprendan que es una propiedad mecánica. En este caso, Ud. puede mencionar un ejemplo como este: *“el vidrio es frágil”*.

Se espera que alumnos y alumnas mencionen una serie de propiedades como las que se listan a continuación:

- Elasticidad
- Firmeza
- Resistencia
- Dureza
- Plasticidad
- Fragilidad
- Deformación

Los alumnos y alumnas comparten sus ideas con los demás grupos.

Luego de recoger las ideas previas de los alumnos, se deben detallar cuáles son las propiedades mecánicas de los materiales y definir las como se muestra a continuación, ya que necesitan esta información para realizar las actividades que se presentan más adelante:

- La dureza, o dificultad para rayar el cuerpo. Esta dureza proporciona la información sobre qué tan resistente es el material frente a diversas deformaciones y alteraciones. Por ejemplo, el diamante es mucho más duro que un trozo de yeso.
- La fragilidad, o tendencia de un sólido a romperse sin deformarse. Por ejemplo, el vidrio o el barro cocido son frágiles.
- La ductilidad, o facilidad que ofrece un sólido a extenderse formando hilos. Por ejemplo, el cobre del que están hechos los hilos en el interior de los cables de la luz.
- La maleabilidad, o capacidad que presenta un sólido para extenderse en forma de láminas. Por ejemplo, el oro y el aluminio son metales muy maleables.
- La elasticidad, o tendencia de un sólido a recuperar su forma original tras ser sometido a una fuerza. Por ejemplo, una cinta de goma o un muelle son muy elásticos.
- La flexibilidad, o facilidad de un sólido a doblarse sin romperse. Por ejemplo, podemos doblar una varita de mimbre o un folio de papel sin que se rompan.
- La resistencia, o capacidad de un sólido para soportar pesos sin romperse. Por ejemplo, las casas se hacen con vigas de hierro o de hormigón, que soportan el peso de muros y techos.

Basados en las descripciones anteriores los alumnos y alumnas deben clasificar materiales entregados por el docente, estos pueden ser entregados en forma tangible o en una imagen impresa que represente el material que deben clasificar. Se esperan como posibles respuestas:

Frágiles	Duros	Elásticos	Maleables	Resistentes
Diamante vidrio	Metal Madera Esfera metálica	Pelota saltarina. Banda elástica.	Plastilina Plumavit Pasta de diente.	Oro Fierro

Los alumnos pueden realizar esquemas, mapas conceptuales o tablas para clasificar los materiales. Luego los alumnos comuniquen sus clasificaciones con los demás.

Sesión II

Etapa II: Desarrollando tus dotes de Investigador (45 minutos)

La pregunta inicial de la etapa II se debe retomar al final de la actividad y es esperable que las y los estudiantes respondan que las propiedades mecánicas se deben al tipo de átomo o molécula (elemento químico). La actividad propuesta a continuación es para que los estudiantes comprendan que las propiedades mecánicas dependen además de lo anterior, de las estructuras moleculares que tienen los materiales.

Al comenzar el trabajo con la analogía, el profesor debe entregar a cada grupo una determinada tarea o meta a realizar utilizando la analogía de los polímeros con globos alargados. Se debe explicar que los globos representan polímeros y que la unión de estos serán enlaces. Dependiendo del número de grupos se pueden repetir tareas, y dependiendo del tiempo que les tome se pueden asignar hasta tres tareas por grupo. Se pedirá a los grupos que formen una estructura que:

- Sea difícil desarmar o romper
- Sea difícil de deformar o doblar
- Es pueda estirar.
- Sea capaz de levantar una hoja de papel.
- Sea capaz de ser atravesada por un objeto grande como una silla por ejemplo.
- No sea capaz de cambiar de forma.
- Tenga muchos enlaces
- Tenga pocos enlaces.

Se espera que sean capaces de formar estructuras con las propiedades estudiadas. Debe entregar tiempo para que los estudiantes respondan las tareas y hacer énfasis en si cumple la tarea asignada, (aproximadamente son 15 minutos por tarea) y qué propiedad mecánica (si es que logran identificarla) posee la estructura.

Para comprobar si la tarea se cumple, una vez que todos los grupos hayan realizado las tareas asignadas, se pueden someter a prueba las estructuras, estirándolas, deformándolas, rompiendo algún globo o unión de la analogía (enlaces) o realizando las tareas que deben cumplir. Para esto se puede pedir la colaboración de cada grupo de ser necesario.

Al finalizar la comprobación de las propiedades de las estructuras, se les pide a las y los alumnos que lean nuevamente la pregunta inicial:

“Si los materiales en estado sólido se encuentran constituidos por átomos, moléculas o

macromoléculas (polímeros) que poseen una gran fuerza intermolecular formando estructuras. ¿A qué se debe que los materiales posean distintas propiedades mecánicas? Justifica tu respuesta”.

Etapas III: Formalización (15 minutos)

Al finalizar las actividades propuestas, se debe formalizar lo aprendido, los conceptos y la relación con lo visto en la clase se describe a continuación:

Propiedades mecánicas y estructuras

Los polímeros son macromoléculas, es decir, una estructura formada por una molécula replicada muchas veces, unidas entre sí por enlaces de distintas naturalezas. Bajo esta definición, todos los materiales en estado sólido se encuentran constituidos por polímeros, ya sea de un solo elemento o de muchos.

Contrario a lo que se piensa, las propiedades mecánicas de los materiales pueden explicarse no solo debido al tipo de elemento que forma un determinado polímero, sino además a la forma en cómo se ordenan dichas moléculas, átomos o partículas en el polímero.

En el caso particular de las propiedades mecánicas de los materiales, como elasticidad o dureza, se puede entender que debido a que la cantidad de moléculas que posee un polímero es muy elevada (millones de moléculas), estos “amplifican” las propiedades que poseen las moléculas.

Así, si los enlaces de una molécula poseen cierta elasticidad, al unir dichas moléculas en la dirección en la cual se provoca la deformación, cada molécula agregará su propia elasticidad a la estructura, por lo cual, la estructura final podrá estirarse mucho más que la molécula individual. Lo anterior puede extenderse para la dureza, ductilidad y otras propiedades físicas.

Esta explicación es una simplificación de lo que ocurre en la realidad, ya que los materiales en la naturaleza son muy complejos y existen diversos factores que pueden determinar su comportamiento y propiedades además de la estructura, ya sea la cantidad de polímeros que conforma cierta estructura, como la naturaleza de los mismos. Sin embargo, uno de los factores relevantes que confieren las propiedades mecánicas a los materiales es su estructura.

Dentro de los ejemplos más claros de lo anterior son los alótropos del carbono, por ejemplo el diamante, el grafito y el carbón; los cuales tienen propiedades completamente distintas debidas principalmente a la estructura que posee cada uno.

4.4. Análisis de la Optimización e Implementación de la Propuesta didáctica

Para poder establecer si los trabajos prácticos confeccionados cumplen los propósitos planteados para los diseños didácticos, se optimizó la propuesta según expertos, que incluyen a profesores de educación básica y según alumnos y alumnas respecto de las rubricas ya expuestas. Además para realizar la triangulación de la información, se recogió también, la reflexión de los tres investigadores creadores de los cuatro trabajos prácticos una vez contruidos y aplicados a través de sus notas de campo.

4.4.1. Optimización a través de la evaluación por Experto

Los expertos considerados para la optimización de los trabajos prácticos diseñados son:

- Profesores de Ciencias que imparten clases en colegios del País (3).
- Alumnos de Doctorado en Física de la Universidad de Santiago de Chile (2).
- Profesor de la Universidad de Santiago de Chile (1).

Estos, evaluaron los trabajos prácticos según una escala de apreciación que se valorizó de la siguiente manera, además de realizar observaciones a los trabajos prácticos diseñados.

Criterios	Valorización
Insuficiente	0
Básico	1
Satisfactorio	2
Óptimo	3

Tabla 9: Valorización de los criterios de evaluación de la Rúbrica de Optimización de los Expertos

Se consideró que los trabajos prácticos cumplen el estándar de calidad adecuado sí y solo sí, la evaluación final de los expertos es igual o superior a 2, que significa Satisfactorio dentro de la valoración de la rúbrica de evaluación.

Una vez que los expertos evaluaron la propuesta didáctica contestando la rúbrica, se procede a tabular la información (Anexo 3) para poder realizar un análisis cuantitativo de los datos cualitativos obtenidos.

Las tablas y gráficos que siguen a continuación, se construyeron en base a las escalas de apreciaciones que se encuentran en el Anexo 4, de este trabajo.

	Trabajo Práctico I: Los Estados de la Materia	Trabajo Práctico II: Entre sólido y Líquido	Trabajo Práctico III: ¿Fluye o se Rompe?	Trabajo Práctico IV: Propiedades Mecánicas y Sus Propiedades	$\bar{X}$
Promedio General por Trabajo Práctico	2,54	2,54	2,57	2,57	2,56

Tabla 10: Promedio general de los cuatro trabajos prácticos evaluados por expertos.

A continuación se presentan en forma gráfica estos datos (Gráfico 3).

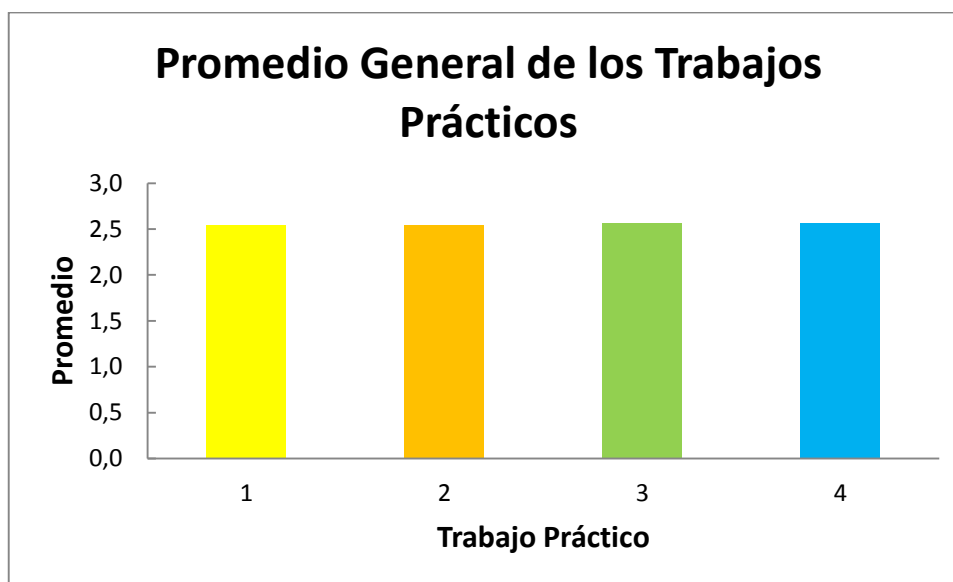


Gráfico 3: Promedio general de los cuatro trabajos prácticos evaluados por expertos.

Además, se analiza cada promedio de cada indicador en el grafico 2

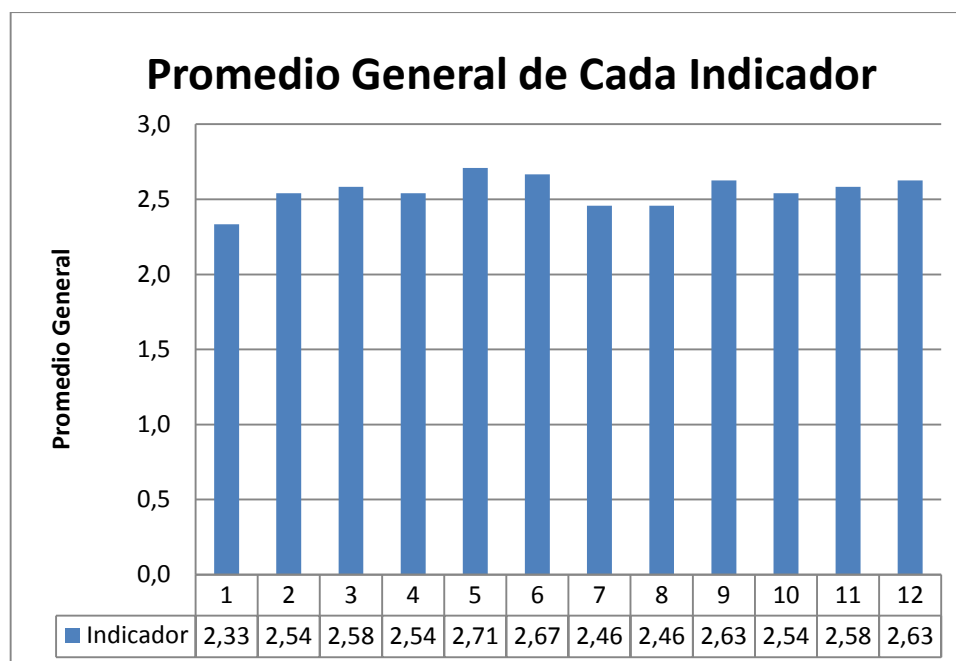


Gráfico 4: Promedio general de los cuatro trabajos prácticos por indicador según Expertos

De acuerdo a estos resultados, podemos observar que el promedio en general de cada trabajo práctico es mayor que 2,5. Sin embargo, los indicadores más bajos de los trabajos prácticos se concentran básicamente en tres puntos:

- Primero, la redacción y comunicación de estos (indicador 1, promedio 2,33), pudiendo mejorar en este aspecto al presentar los contenidos a tratar de manera más sencilla para los estudiantes.
- Segundo, la utilización de la estrategia didáctica “Experiencias Discrepantes” (indicador 7, promedio 2,46). Esto puede deberse a que, los expertos no estuviesen familiarizados con el concepto de ExD, dado que esta terminología es acuñada recientemente, desde el 2011 por Barbosa y, además, uno de ellos lo manifestó.
- Tercero, la contextualización científica, histórica y/o problemática, de la etapa I del trabajo práctico (indicador 8, promedio 2,46). Este indicador se diseñó pensando en que el experto identificara si el trabajo práctico evaluado manifestaba uno o más de los tres aspectos mencionados en este. Sin embargo, de acuerdo a los resultados obtenidos, podemos suponer que estos concluyeron que debían presentarse todos los aspectos en cada uno de los trabajos prácticos. Esto se evidencia al analizar por separado el indicador 8, donde el trabajo práctico I obtuvo un puntaje de 2,8, versus los otros tres que obtuvieron un puntaje de 2,3 (Anexo 5).

Este supuesto cobra sentido ya que, en todos los trabajos prácticos se presenta a la ciencia como una parte de la sociedad que permite responderse preguntas sobre determinadas situaciones o fenómenos, ya sean cotidianos o de carácter técnico para lograr entender la forma en cómo se comportan diversos fenómenos ocurridos a nuestro alrededor pero, solo en el trabajo práctico 1 se presenta una visión histórica de la ciencia, ya que todos los demás no buscan realizar una reseña histórica sobre la evolución de la ciencia, sino una contextualización de la problemática a abordar y del quehacer científico propiamente tal. Lo que además era consistente con nuestros fundamentos pedagógicos de la propuesta, que señala el carácter distribuido de la cognición. Razón por la cual tal observación se acogió para cada trabajo práctico.

Además, de acuerdo a comentarios realizados por los expertos, ellos señalaron que, en los trabajos prácticos hace falta referenciar textos científicos a modo de vincularlos con la investigación que se realiza, de tal manera, que el estudiantado en forma autónoma complemente el trabajo práctico una vez finalizada cada sesión.

Con respecto a los mayores promedios alcanzados, los cuales corresponden a los indicadores 5, 6, 9 y 12 (promedio 2,71; 2,76; 2,63; 2,63 respectivamente), estos evidencian que los trabajos prácticos diseñados efectivamente:

- Logran develar y visualizar los conocimientos y contenidos previos que manejan los estudiantes referentes a los contenidos a abordar en los trabajos prácticos (indicador 9).
- Son coherentes en su secuencia didáctica, relacionando los contenidos a tratar con las experiencias, experimentos y modelos que realiza el estudiantado (indicador 5).
- Utilizan la metodología indagatoria de manera óptima, permitiendo a los y las estudiantes involucrarse con su propio aprendizaje a través de las experiencias presentadas en los trabajos prácticos (indicador 6).
- Las indicaciones al docente, orientar los tópicos y explicaciones necesarias para poder implementar los trabajos prácticos diseñados (indicador 12).

Así, podemos concluir que los trabajos prácticos cumplen de manera satisfactoria con su finalidad, ya sea desde el punto de vista de la metodología implementada, como las estrategias diseñadas para promover el interés de los estudiantes por el estudio de la ciencia, además de la coherencia del contenido, pudiendo mejorar en el aspecto técnico, tanto de redacción como de comunicación de los contenidos disciplinares.

4.4.2. Optimización a través de la opinión del Estudiantado

Esta propuesta, además de ser optimizada a través de la opinión por expertos, fue implementada con alumnas de 8° E.B. quienes evaluaron la propuesta, desde una visión más práctica.

Las alumnas participantes, respondieron un cuestionario de opinión pre y post aplicación de la propuesta didáctica diseñada, esto con el objetivo de identificar si las experiencias elaboradas en los trabajos prácticos motivaban a las alumnas hacia el estudio de la ciencia y si lograban, con estos, desarrollar HPC y actitudes científicas.

A continuación, se presenta el cuestionario de opinión, cuyo análisis se realiza de acuerdo a una escala de apreciación que se valoriza de la siguiente manera:

Criterios	Valorización
Nunca	1
Casi Nunca	2
A veces	3
Casi siempre	4
Siempre	5

Tabla 11: Valorización de la Escala de apreciación del Cuestionario de Opinión Pre y Post aplicación de los trabajos Prácticos del Estudiantado.

Cuestionario de Opinión Pre y Post aplicación de los trabajos Prácticos

Este instrumento tiene como finalidad conocer tu motivación por la Ciencia enmarcado en el Seminario para optar al Grado Académico de Licenciada/o en Educación de Física y Matemática. En este sentido, solicitamos tu opinión, pues será fundamental para probar la efectividad de la propuesta didáctica que experimentarás luego.

Instrucciones:

En cada uno de los siguientes ítems, marque con las iniciales de los indicadores en el espacio asignado considerando la frecuencia con la que usted presenta las siguientes aseveraciones:

Nunca (N)

Casi Nunca (C.N.)

A veces (A.V.)

Casi Siempre (C.S.)

Siempre (S)

No observado (N.O.)

Ítems	Antes de Implementar	Después de implementar
1. Participo con gran motivación en las actividades de la clase de Ciencias Naturales.		
2. Pienso que la Ciencia es divertida		
3. Considero que la Ciencia es útil para entender fenómenos de la cotidianidad.		
4. Cuando me solicitan realizar una actividad en Ciencias, realizo la petición de mi Profesor o Profesora de inmediato		
5. Puedo explicar fenómenos científicamente con facilidad		
6. Puedo establecer hipótesis coherentes para explicar fenómenos de la Ciencia		
7. Puedo argumentar basado en pruebas científicas		
8. Puedo desarrollar planes de trabajo para probar o refutar hipótesis.		
9. Puedo argumentar basado en pruebas científicas.		
10. Si un compañero o el profesor me da una explicación de un fenómeno, me preocupo por relacionarlo con situaciones similares		
11. Soy capaz de elaborar conclusiones enriquecidas con las opiniones de mis compañeros		

Tabla 12: Cuestionario de Opinión para evidenciar la motivación por la ciencia.

Luego de la tabulación de los datos (Anexo 6), se procede a presentar estos en el siguiente gráfico, el cual consiste en la comparación de promedios, respecto de la motivación por la ciencia antes y después de la implementación de los trabajos prácticos.

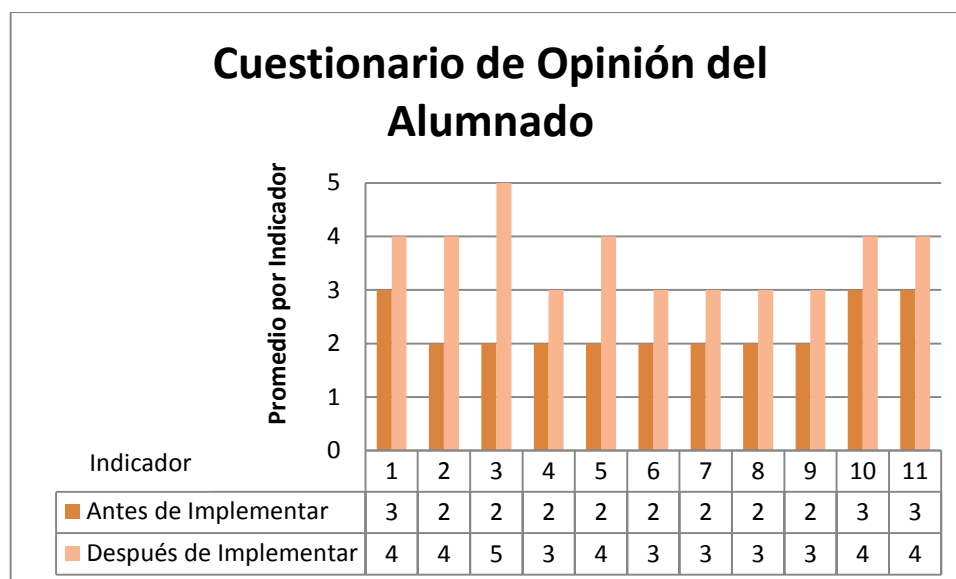


Gráfico 5: Promedios antes y después de la implementación de los trabajos prácticos con respecto a la motivación por la ciencia.

Al analizar estos resultados, se identifica que uno de los mayores logros a través de la propuesta diseñada, se relaciona directamente con uno de los propósitos de esta. Alumnas y alumnos consideran que la Ciencia es útil para entender fenómenos cotidianos y consideran que la ciencia es divertida. Además, creen ser capaces de responder, en forma científica, un determinado hecho, proporcionando argumentos científicos suficientes para dicho proceso.

De igual forma, tras la implementación de todos los trabajos prácticos, las alumnas participantes, al término de estos, evaluaron la propuesta de acuerdo a la rúbrica de Evaluación del trabajo práctico que se expuso en el capítulo III que tiene una escala de apreciación traducida en la siguiente valorización.

Criterios	Valorización
Nunca	1
Casi Nunca	2
A veces	3
Casi siempre	4
Siempre	5

Tabla 13: Valorización de los criterios de evaluación de la Rúbrica de Optimización por estudiante.

Se consideró que los trabajos prácticos cumplen el estándar de calidad adecuado sí y solo sí, la evaluación final del estudiantado es igual o superior a 4.

Luego de la tabulación de los datos (Anexo 7), se procede a presentar estos en el siguiente gráfico, el cual consiste en el promedio de la evaluación de cada ítems expuesto según el estudiantado. El color azul, representa los ítems respecto a la dimensión I, el rojo, indica los ítems referidos a las actitudes y el verde, a los ítems de la dimensión III, HPC.

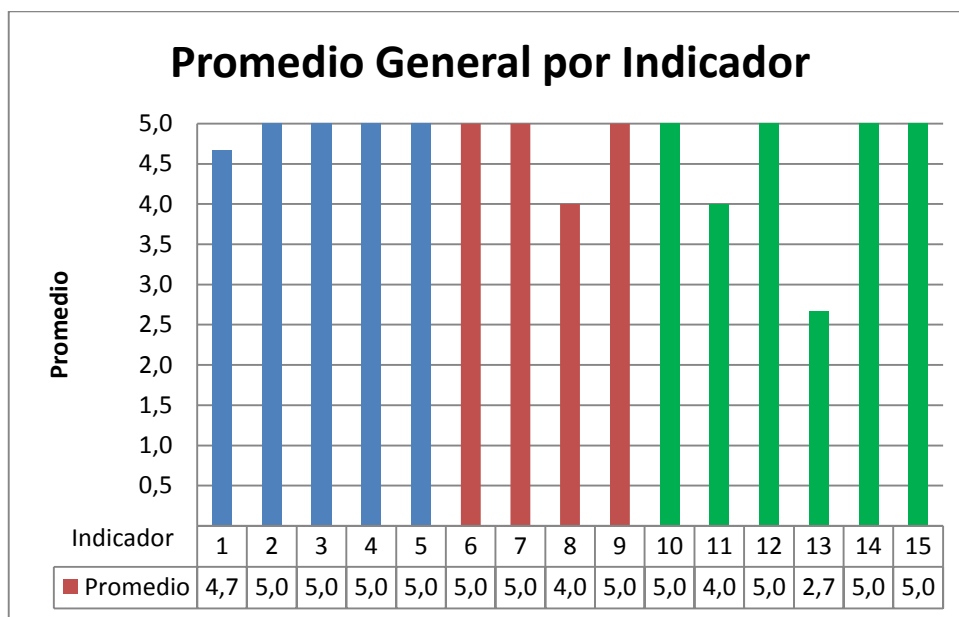


Gráfico 6: Promedio general de los cuatro trabajos prácticos por indicador según Estudiantado.

Esta rúbrica está seccionada en 4 dimensiones (Anexo 7) y, en base a ello, se analiza como sigue:

I. Opinión Respecto a los trabajos Prácticos (Indicadores 1,2,3,4 y 5)

Este aspecto tiene como objetivo verificar si el conjunto curso logra comprender el trabajo práctico, si la redacción es adecuada, si las actividades fueron pertinentes, entre otras. En este sentido, el resultado de esta evaluación fue 4,9 de un máximo 5, por lo cual, se concluye que estos permiten que los alumnos logren entender qué se debe realizar durante la actividad en cuestión

II. Respecto al desarrollo de Actitudes (Indicadores 6, 7, 8 y 9)

Con respecto a las actitudes, el estudiantado, evalúa con nota 4,7 de un máximo de 5 el desarrollo de actitudes científicas, por lo cual, se concluye que los trabajos prácticos propician el trabajo en equipo, la disposición para escuchar y respetar la opinión de otros, entre otras.

III. Respecto al desarrollo de HPC (Indicadores 10, 11, 12, 13, 14 y 15)

De acuerdo a los resultados en esta dimensión, el estudiantado califica este con nota 4,5 de un máximo de 5 el desarrollo de HPC, por lo tanto, se puede afirmar que para los y las alumnas, estos trabajos prácticos propician en ellos, HPC que les ayudan a, por ejemplo, interpretar y relacionar fenómenos aprendidos a un contexto cotidiano.

Sin embargo, el ítem número 13, tiene una baja evaluación (2,7 de un máximo de 5) comparado con los demás. Esto, se puede atribuir a que cuando se implementó cada trabajo práctico, el docente indicó al estudiantado que debían asignarse roles dentro del grupo. Uno de estos era el rol de líder, el cual se encargaba de mediar las discusiones dentro del grupo y por tanto, era quién realizaba las preguntas al docente. Suponemos que, las y los estudiantes, interpretaron este ítem como la capacidad de realizar preguntas al docente, sin embargo, el objetivo de este era evaluar si el estudiantado podía realizar preguntas dentro de su propio grupo, de acuerdo a cada fenómeno estudiado. Este supuesto cobra sentido al establecer la desviación estándar (*d.s.*), pues si los datos proporcionan una *d.s.* mayor a 1 difieren notoriamente. En el caso del ítem mencionado anteriormente la *d.s.* es 1,82, cuyo valor es significativo de acuerdo a la escala utilizada (Anexo 5: Evaluaciones Alumnos y Alumnas sobre los trabajos prácticos).

IV. Respecto del Trabajo en Equipo.

Este ítem pretendía que el estudiantado evaluara a sus pares en relación a las actitudes antes descritas pero, el estudiantado participante de la implementación no quiso realizar este proceso formalmente, pero menciona que fue una buena experiencia y que trabajaron en equipo.

4.4.3. Optimización a través de Notas de Campo de los diseñadores de la Propuesta Didáctica.

Producto de la reflexión sobre la práctica (Schön, 1993) y la creación de una propuesta didáctica sobre *Los Materiales y sus Propiedades*, que consiste en cuatro diseños didácticos que reciben el nombre de Trabajos Prácticos y de su implementación con estudiantes de 8° E.B. para ser optimizados, se puede señalar que los tres investigadores y diseñadores de estos trabajos prácticos coinciden en señalar lo siguiente en sus Notas de Campo (Anexo 8):

- Los 4 trabajos prácticos permiten visibilizar las ideas previas del estudiantado de 8° E.B. a través del uso efectivo de las metodologías indagatorias (ADI e IBM), inclusive, los propios investigadores, al construir los diseños didácticos, experimentaron la indagación poniendo en jaque o a prueba sus propias ideas previas. Al respecto mencionan:

Investigador 1:

“Para este trabajo⁹ tuve primero que imaginar la situación, ya que en lo personal jamás me había preguntado si la arena era sólida o líquida, por lo que, cuando el profesor preguntó esto, lo primero que pensé fue que era sólida, sin embargo recordé que cuando hay mucho viento la arena me golpea, por lo que me causó duda”.

Investigador 2:

“El trabajo práctico n°3: ¿fluye o se rompe? fue el más desafiante desde el punto de vista científico, ya que el tema a abordar, es decir, los líquidos complejos (no newtonianos), tanto con umbral (plásticos), como visco-elásticos (dilatantes), no es un tema que había estudiado antes, solo conocía los conceptos de manera superficial, pero no había ahondado en el tema, por lo que realizar este trabajo tomó un extenso tiempo de estudio”.

- Así mismo, la importancia de construir modelos de bajo costo o analogías apropiadas para los estudiantes de tal manera que puedan manipularlos, indagar para poner a prueba sus predicciones e hipótesis.

Investigador 1:

“Trabajo práctico 4, para este trabajo estuvimos mucho tiempo tratando de encontrar un material que nos sirviera para evidenciar la creación de macromolecular a partir de partículas, por lo que dedicamos bastante tiempo a pegar distintos tipos de hilo para lograrlo. Hasta que finalmente definimos que los globos son la manera más simple de evidenciar esto y que además no necesitamos de ningún otro material para pegarlo. Creo que el hecho de utilizar globos acerca mucho a los estudiantes a la ciencia, ya que es un material que, generalmente, se utiliza para la diversión, por lo que enseñar algo con ellos resulta interesante”

Investigador 2:

“El desafío más grande al diseñar este trabajo práctico¹⁰ fue el de idear un modelo de estado que representara a los 3, es decir, sólido, líquido y gas, de manera simple y considero que el modelo final es bastante eficaz para lograr lo anterior.”

⁹ Se refiere al Trabajo Práctico II: ¿Fluye o se Rompe?

¹⁰ Se refiere al Trabajo Práctico I: Estados de la Materia.

“Tuvimos¹¹ que pasar por una serie de distintos materiales alargados que simularan una cadena de moléculas o polímeros, donde la mayor dificultad fue idear una forma de poder unir rápidamente dicho material, para crear una estructura estable versus las partículas desorganizadas. Pienso que en el sentido anterior, el trabajo práctico 4 no solo cumple con este objetivo, sino que además lo presenta de una manera lúdica, donde existe una gran gama de posibilidades en cuanto a las estructuras que se pueden crear.”

Investigador 3:

“El diseño del trabajo práctico¹², fue difícil, pues no sabíamos cómo hacer para que los alumnos unieran cosas de forma sencilla y evidenciaran que al formar uniones diversas los materiales tenían diferentes propiedades. Comenzamos pegando hilos con silicona, compramos broches para unir, pero los globos largos fueron la mejor solución al problema”.

- Producir sorpresa en el estudiantado, mediante el diseño de experiencias lúdicas, que provoquen sorpresa, presentándoles modelos, en ocasiones, contraintuitivos para lograr un aprendizaje que motive a las y los jóvenes por la ciencia.

Investigador 2:

“Aunque es verdad que esta experiencia¹³ es la más discrepante de todas a mi parecer, ya que un fluido visco-elástico se comporta de manera completamente contraintuitiva y su sola indagación es suficiente para poder despertar el interés de los estudiantes”.

Investigador 3:

“Quienes participaron de esto, quedaron fascinados con las actividades, por su alto nivel de indagación, por su potencialidad para trabajar en equipo, por lo innovadoras que son las experiencias y por el bajo costo que conllevaría implementarlas en el aula”.

- El trabajo en equipo altamente significativo a la luz de la aplicación de los Trabajos Prácticos.

Investigador 2:

“El solo hecho de desafiar a los estudiantes, primero a aprender a manipular el modelo y luego a crear estructuras con este, mantuvo a los estudiantes concentrados y

¹¹ Se refiere al trabajo Práctico IV: Propiedades Mecánicas y Estructuras.

¹² Se refiere al trabajo Práctico IV: Propiedades Mecánicas y Estructuras.

¹³ Se refiere al Trabajo Práctico III: ¿Fluye o se Rompe?

promovía el trabajo colaborativo de manera natural, ya que los estudiantes trabajaban en equipo tanto para idear una estructura que cumpliera con los requisitos que se pedían, como para la construcción de dicha estructura”¹⁴.

Por tanto, triangulando la información recogida, se obtiene como resultado lo siguiente:

I. Los Expertos manifestaron aspectos a mejorar que se resumen como sigue:

- Incluir referencias bibliográficas en cada uno de los trabajos prácticos, para consolidar el aspecto referido a la naturaleza distribuida de la cognición. Esta recomendación de los expertos, fue acogida de tal manera que sean los propios alumnos quienes indaguen por otra vía.
- Simplificar el lenguaje científico, para que los trabajos prácticos fueran comprendidos de mejor manera por estudiantes de 8° E.B.
- Profundizar en la necesidad de evitar visiones deformadas de la ciencia. Si bien, estas son incluidas en los trabajos Prácticos, la contextualización histórica y/o problemática no es suficiente y se deben buscar ejemplos mejores para cada uno de los trabajos prácticos.

De igual forma, se refieren a aspectos positivos focalizados en:

- Reconocen que los cuatro trabajos prácticos permiten visibilizar las ideas previas de los estudiantes.
- Se evidencia las metodologías indagatorias ADI e IBM especialmente en tres de los cuatro trabajos prácticos (Entre sólido y líquido, ¿Fluye o se Rompe? Y Propiedades Mecánicas y Estructura).
- Los contenidos declarados en los cuatro trabajos prácticos son efectivamente abordados en ellos.
- Las orientaciones a los docentes son claras especialmente en tres de los cuatro trabajos prácticos (Entre sólido y líquido, ¿Fluye o se Rompe? Y Propiedades Mecánicas y Estructura).

Además, en el espacio asignado para realizar observaciones a las guías, se destaca el hecho que la Propuesta Didáctica propone un hacer ciencias jugando, desde la sorpresa y, que si esto se hiciese desde el jardín, la sociedad sería diferente, lo que confirma la consistencia de la propuesta didáctica que se concibió contextualizada, social, construida y distribuida incorporando las ExD.

¹⁴ Se refiere al trabajo Práctico IV: Propiedades Mecánicas y Estructuras

II. Los pre y post test aplicados a los Estudiantes de 8° E.B.

El estudiantado en general evaluó muy positivamente los cuatro trabajos prácticos (Anexo 6 y 7) en los siguientes aspectos:

- Los trabajos prácticos eran entendibles, propician actitudes y habilidades científicas, pues son contextualizados y, los modelos utilizados eran fáciles de manipular y contribuyen en la comprensión de fenómenos.
- Las experiencias le ayudaron a comprender fenómenos cotidianos, manifestando su capacidad de explicar fenómenos científicamente.
- Tras la implementación de la propuesta didáctica, el estudiantado modifica su concepción de la ciencia, considerando esta, divertida y útil para entender fenómenos cotidianos.

III. Notas de Campo de los Investigadores.

Los investigadores manifiestan cómo esta construcción, además de ser un proceso indagatorio para el alumnado, fue una indagación para ellos mismos, al poner de manifiesto sus propias ideas previas. Destacan el uso de materiales sencillos y de bajo costo apropiados para su manipulación y, con una gran significancia pedagógica, para que los y las alumnas contrasten o afirmen predicciones y/o hipótesis. Resaltan, cómo los trabajos prácticos diseñados, mediante modelos que incluían la sorpresa y la posibilidad de hacer ciencia de una manera lúdica, y logran motivar al estudiantado por la ciencia, además de contribuir en el desarrollo de HPC y Actitudes científicas.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

Las conclusiones se presentarán de tal manera que den cuenta de las principales reflexiones del equipo de trabajo de este Seminario de Grado (en adelante, tesis) en el proceso vivido para lograr crear, luego diseñar e implementar la propuesta didáctica con el objeto de optimizarla, así como también se sintetizarán los resultados obtenidos a la luz de su implementación y de la opinión de expertos, de estudiantes titulados de la carrera candidatos a doctor en Física, de los propios estudiantes a quienes va dirigido este esfuerzo junto a sus profesores y de los tesis.

En primer lugar, se presentarán los desafíos, reflexiones, criterios y decisiones que se tomaron antes de la creación y diseño de la propuesta didáctica.

Uno de los principales desafíos presentados en esta investigación fue cómo lograr que la ciencia fuese divertida para aquellos que la estudian, pero que a su vez, fuera pertinente y lograra generar en las y los estudiantes habilidades, actitudes y conocimientos que les permita elaborar hipótesis y comprender fenómenos científicos cuya explicación no es inmediata ni cercana para ellos, incluso en ocasiones contra intuitiva, por tanto requiere de un análisis y estudio detallado, ya que, en ocasiones se deberá interrelacionar diversos conceptos físicos, que incluso por separado forman parte de distintos ejes de estudio en el área de la física.

Por otra parte, uno de los principales planteamientos a la hora de iniciar este estudio fue no subestimar al estudiantado, de manera que, a priori se considerara que los contenidos a estudiar iban a ser demasiado complejos o extensos y debido a esto, no lograrían los resultados de aprendizaje esperados.

En este sentido, consideramos que la ciencia experimental en el aula, promueve de manera natural la metodología de enseñanza constructivista, por lo que es, sin temor a exagerar, un error privar a los estudiantes de la experimentación grupal, en base a fenómenos y modelos que les permitan comprender mejor los contenidos que estudian.

Es así como las altas expectativas que teníamos en los y las alumnas, promovió que buscásemos contenidos transversales al currículum de ciencias. Se escogió para 8° año de Enseñanza Básica, la primera *Big Idea*: “La materia se encuentra constituida por pequeñas partículas llamadas átomos” (Harlen, 2012), que forma parte también de las Bases Curriculares (MINEDUC, 2013). Por tal motivo, se decidió diseñar una propuesta didáctica en torno al estudio de *Los Materiales y sus Propiedades* de manera que, para poder comprender los fenómenos y comportamiento de los mismos, fuese necesario caminar por una serie de conceptos, términos, teorías y conocimientos que se estudian a lo largo del currículum nacional de ciencias y, que

permitiesen que las y los estudiantes comprendieran, a través de modelos simples, contenidos científicos de un nivel de complejidad mayor como son los fluidos no newtonianos.

Así por ejemplo, para poder comprender por qué un material granular aumenta la cohesión entre sus partículas en presencia del agua, surgen conceptos como tensión superficial, capilaridad, fluido, líquido, sólido, enlace, fuerza, entre otros. Entonces, para comprender el comportamiento de la arena húmeda, es necesario comprender muy bien la diferencia entre un fluido y un sólido, y cómo los enlaces determinan sus propiedades. Además, es importante entender el comportamiento de los líquidos y, en particular el agua, cuando se pone en contacto con un sólido. Finalmente, bajo la premisa que un enlace es una interacción que atrae a dos partículas, se puede concluir que el agua entre dos partículas pequeñas forma un enlace capilar aumentando la cohesión del material granular.

Por ello, la propuesta didáctica se basa en la teoría cinética molecular con el objetivo de definir los estados de la materia, materiales sólidos y fluidos, caracterizando en estos últimos, los líquidos complejos y, en los sólidos, comprendiendo que la estructura u ordenamiento que poseen las partículas de estos le confieren diferentes propiedades mecánicas, mostrando claramente cómo, en general, los materiales son más complejos que los modelos simplificados iniciales que se proponen para su estudio. Por lo cual se hace necesario crear nuevos modelos, teorías y explicaciones que faciliten la comprensión de los mismos. Todas las hipótesis y explicaciones presentadas en los trabajos prácticos son de carácter teórico cualitativo, dejando aparte los modelos, expresiones y relaciones matemáticas, ya que, quisimos enfocarnos principalmente en la argumentación de los estudiantes y la comprensión de los conceptos y conocimientos y, en el quehacer científico propiamente tal, más que en la explicación teórica matemática que respalda y explica cada uno de los fenómenos estudiados.

Ahora bien, para que los y las estudiantes pudiesen comprender fenómenos relacionados con *Los Materiales y sus Propiedades*, se debió elegir experiencias y fenómenos que ayudaran a estos a “aprender ciencias”, “aprender qué es la ciencia” y “aprender a hacer ciencia”, seleccionando y descartando algunos fenómenos, mejorando o simplificando otros, dividiéndolos o agrupándolos, con el objetivo de lograr una enseñanza de la ciencia divertida, contextualizada, interesante y por sobre todo, pertinente con contenido científico real, que no se detuviese solo en ver el fenómeno, sino en entenderlo y comprenderlo.

Para ello, se seleccionaron algunas experiencias que generaran un quiebre cognitivo en los estudiantes (ExD), es decir, que las predicciones iniciales, por muy triviales que parecieran, fuesen objetadas por la experimentación posterior, para que desde este quiebre cognitivo se generare un nuevo conocimiento en los estudiantes, como lo fue, por ejemplo, arrojar una pelota saltarina al almidón de maíz y observar que esta rebota (trabajo práctico III) o ver cómo una

pequeña membrana de plástico, que se deslizaba sobre un alambre en U, sube en contra de su propio peso debido a una película de agua jabonosa (trabajo práctico II). En consecuencia, la mayoría de los experimentos que se seleccionaron cumplían con el criterio de ser “Experimentos Discrepantes”.

Otro de los criterios que consideramos en la selección de experiencias, fue que estas permitiesen que las y los estudiantes indagasen, involucrándolos en su propio aprendizaje, pudiendo manipular los objetos de estudio y, no ver la ciencia como una materia de aula que se explica en una pizarra, o como algo que depende netamente de la matemática, como se observa en ocasiones en la enseñanza tradicional.

El último criterio que utilizamos para seleccionar las experiencias a ser estudiadas y que fue el más ambicioso desde el punto de vista científico, fue utilizar fenómenos y experiencias que no estuviesen ampliamente explicadas en la literatura científica, de manera que, a medida que fuesen construyéndose las experiencias, las explicaciones fuesen cobrando sentido en estas y así, en el proceso, fuesen aprendiendo conceptos científicos relacionados.

Por ejemplo, la explicación de porqué el almidón de maíz con agua aumenta su viscosidad al aumentar la velocidad de deformación de este, actualmente continúa siendo investigada. De hecho, existen diversas hipótesis que explicarían tal comportamiento y ellas están relacionadas con las propiedades de las partículas del almidón de maíz, la dinámica de la mezcla como conjunto, las presiones y esfuerzos de corte que intervienen en su comportamiento, entre otras. Es muy posible que la explicación de este comportamiento difiera en parte o en su totalidad de una explicación acabada de este fenómeno, pero desde el punto de vista de la ciencia y de hacer ciencia, es una experiencia discrepante que requiere de indagación y de formular hipótesis y modelos que desafían la capacidad intelectual de los y las estudiantes.

Ahora bien, una vez seleccionadas las experiencias, fue necesario generar una secuencia didáctica coherente que vinculara los contenidos previos y los que serían estudiados en cada una de las sesiones, por lo cual, decidimos generar una unidad introductoria (Trabajo Práctico I: Estados de la Materia), en donde establecimos los contenidos básicos necesarios para poder comprender los fenómenos a estudiar en cada trabajo práctico posterior, que se enfocaban en un fenómeno distinto relacionado con diversas propiedades mecánicas de los materiales. Es aquí donde se construyó un modelo que permitió establecer una analogía para diferenciar los tres estados de la materia. Lo interesante de dicho modelo es que resultó ser de bajo costo, ya que consistió en un globo que en su interior tenía pelotitas de plumavit y, destacamos también, el hecho de haber sido capaces de crear y diseñar un único modelo que permitió explicar la estructura fundamental de los tres estados de la materia: Sólido, Líquido y Gas

Además se quiso entregar orientación al profesor o profesora que quisiera implementarlos, por ello cada uno de los cuatro trabajos prácticos, poseen indicaciones detalladas al docente, en donde se explican las metodologías e intervenciones que este podría eventualmente realizar, así como los momentos en los cuales el o la docente debe intervenir tomando un rol más activo y en donde debe orientar y promover la indagación de las y los alumnos para formalizar sus aprendizajes, de manera lúdica, pensamos en la clase como un “show” que se debe presentar al estudiantado, por ellos, quisimos crear un “guión” de ayuda, lo más atractivo posible y que incentivara a las y los estudiantes en el estudio de los fenómenos físicos.

En segundo lugar, se resumirá lo que significó para quienes estaba destinada la propuesta didáctica, valga decir, estudiantes de 8º E. B y los profesores de aula.

En este sentido, los estudiantes señalaron que, para ellos, resultó interesante la experiencia, consideraron que la ciencia es divertida, útil para explicar fenómenos de la vida cotidiana y que se sienten capaces de explicar, por sí mismo, fenómenos en forma científica con mayor facilidad.

Por su parte, los profesores de aula indicaron que es interesante la forma propuesta por nosotros para hacer ciencia y que si se pudiera mostrar esta estructura lógica y desafiante, generando sorpresa e incentivando el trabajo colaborativo “desde el jardín”, otro sería el país donde vivimos.

Una vez finalizado el diseño de los trabajos prácticos y a la luz de los resultados obtenidos de acuerdo a la opinión de los expertos, se concluye lo siguiente:

- La indagación y las ExD, se evidencia principalmente en los TP 2, 3 y 4, por ser efectivamente motivadores para las y los estudiantes, ya que relacionan los contenidos de manera secuencial, contextualizados y propuestos de tal manera que, las y los estudiantes lo desarrollen en base a trabajo colaborativo.
- Por nuestra parte, podemos observar de acuerdo a las evidencias presentadas en esta investigación, que el estudio de *Los Materiales y sus Propiedades* es capaz de interrelacionar contenidos científicos de manera transversal para su comprensión, generando espacios idóneos para la experimentación con objetos que se encuentran en la vida cotidiana y de fácil acceso, otorgándole a los propios estudiantes el rol de científicos, ya no solo estudiando una concepto físico determinado, sino intentando buscar respuestas a preguntas acerca de investigaciones que se planteaban en las mismas, explorando de manera libre, generando hipótesis, contrastando ideas y llegando a un consenso con sus pares para luego formalizar lo aprendido con la ayuda

del docente que toma el rol de guía por sobre el de una fuente absoluta de conocimiento.

Si bien, esta propuesta didáctica fue diseñada, en una primera etapa, para ser implementada en cuatro sesiones de 1,5 hrs. cada una, luego de la implementación en grupos pequeños de las mismas, consideramos que el tiempo idóneo son ocho sesiones de 1,5 hrs. cada una, ya que este tiempo adicional debiese permitir una mejor formalización de los contenidos por parte del o la docente, así como una mayor indagación e involucramiento por parte de los estudiantes para la comprensión de los fenómenos estudiados, aunque la duración de estas sesiones pueden variar dependiendo de las dificultades y fortalezas que vayan presentando los estudiantes.

En tercer lugar, se expondrá una síntesis de la información recogida para la optimización de la propuesta que incluye la de los propios investigadores. Ellas se refieren principalmente a lo siguiente:

- Los cuatro trabajos prácticos son perfectibles y optimizables.
- Todos los actores involucrados coincidimos en señalar que la propuesta didáctica visibiliza las ideas previas de los estudiantes, es motivadora toda vez que considera el factor sorpresa y es, en ocasiones, contra intuitiva y lúdica. Se logra con materiales de bajo costo en base a un trabajo en equipo colaborativo.
- Nosotros, los investigadores, creadores de los diseños didácticos, nos enfrentamos a nuestras propias ideas previas, indagamos, nos sorprendimos, desarrollamos habilidades de pensamiento científico, manipulamos y probamos materiales para crear diversos diseños y utilizamos modelos como analogías, instrumentos indagatorios y representativos de los fenómenos a estudiar.

En cuarto lugar, se analizará las posibles proyecciones de esta propuesta didáctica, con la metodología y criterios antes señalados.

Respecto de las proyecciones de este Seminario de Grado, creemos que existen muchos ámbitos en los cuales se puede desarrollar, tales como:

- ✓ Implementar los trabajos prácticos optimizados en varios colegios de distintos sectores sociales para ver su real impacto en el saber científico de los estudiantes de 8° año de Enseñanza Básica y de esta manera corroborar y mejorar la propuesta presentada en esta investigación.

- ✓ Generar la misma propuesta didáctica para un nivel de enseñanza media. Esto ya que cada experiencia posee interacciones, patrones, relaciones y expresiones que pueden ser medidas y relacionadas entre sí por una o más variables físicas, pero que requieren un conocimiento matemático mayor. El cálculo de la tensión superficial que tiene una película de jabón, equilibrándola con el peso de la membrana que sostiene; los puntos en donde se quiebra el almidón de maíz o la velocidad necesaria para generar dicha ruptura; el estudio de redes cristalinas específicas, definiendo sus propiedades mecánicas y midiendo sus diferencias sometiendo dichas estructuras a distintos esfuerzos, son ejemplos de estudios cuantitativos que se pueden realizar con las experiencias vistas en esta investigación y que requieren de un nivel de conocimientos matemáticos más elevado.

- ✓ Extender la propuesta didáctica, estudiando temas como: por qué se genera una fractura en un material y la trayectoria que sigue esta, o los materiales composite que se forman por la unión de diversos materiales y su comportamiento y propiedades. Este estudio se puede complejizar y focalizar dependiendo de las habilidades, actitudes y conocimientos que se quieran abordar, aunque sería interesante estudiarlo desde el punto de vista de la mecánica y las fuerzas observando qué ocurre cuando los materiales chocan, se fracturan, se deforman, entre otros.

- ✓ Interrelacionar la propuesta didáctica con otros saberes científicos, como la química o la biología, estudiando las propiedades mecánicas, biológicas y químicas que poseen distintos polímeros naturales como la piel, el caucho o incluso el cabello humano, desde un enfoque particular dependiendo del saber científico que se quiera desarrollar en los estudiantes, o estudiando los mecanismos de transmisión de fluidos a través de capilares en las plantas, utilizando un enfoque físico y biológico, e incluso mostrando el almidón de maíz con agua como una mezcla heterogénea y comparándola con otras mezclas de esta naturaleza, dándole un enfoque principalmente químico a este estudio.

Como se puede ver, las proyecciones de este Seminario de Grado son muy amplias y esta es solo la primera etapa de una investigación que creemos debe proseguir, ya que, de acuerdo a la bibliografía estudiada, es necesario una mayor conexión entre las Bases Curriculares de 7° básico a 2° medio y los Planes y Programas vigentes de MINEDUC con las *Big Ideas* (Harlen, 2012) de la ciencia.

Como lo anterior está en proceso, es labor de los nuevos docentes abrir el camino a nuevas propuestas, ideas e innovaciones que revolucionen el campo de la enseñanza. Es labor de los científicos el estudiar y crear nuevas hipótesis, teorías y conceptos científicos de manera que la sociedad pueda beneficiarse y sobre todo entender y comprender la ciencia. Es labor de nosotros como profesores de ciencia el atrevernos a ir más allá de lo convencional, enseñando una ciencia atractiva, que logre que una sociedad rodeada por ciencia, aprenda de ciencia.

Creemos que este es un primer paso junto con muchos otros pequeños pasos hacia una alfabetización científica real, consideramos esta una primera piedra, o en nuestro contexto, un primer “átomo” hacia una futura sociedad, en donde una persona entienda que la ciencia es importante y necesaria, no solo para los profesionales relacionados con la ciencia, sino para todas las personas que conforman la sociedad ya que, promueve una serie de habilidades, actitudes y conocimientos que hacen de las personas seres integrales, conocedores del mundo que los rodea, con pensamiento crítico y con herramientas para poder responder a necesidades y problemas que surgen a lo largo de la vida misma.

GLOSARIO

1.1 Materia: Definiremos materia como: “todo lo que tiene masa y ocupa un lugar en el espacio” (Santillana, Química Manual Esencial, p. 8).

1.2 Átomo: Entenderemos el concepto de átomo como “Partícula más pequeña de un elemento que mantiene su identidad química a través de todos los cambios químicos y físicos” (Kenneth, 1992, p. 36).

“Los átomos constan de núcleos muy pequeños que, a su vez, están compuestos de protones y neutrones. Este conjunto está rodeado de electrones en movimiento. Tanto los electrones como los protones están eléctricamente cargados. El valor de esta carga es del orden de $1,60 \times 10^{-19}$ [C]. De signo negativo para los electrones y positivo para los protones. Los neutrones son eléctricamente neutros” (Calister, 1995, p.8).

1.3 Molécula: Se llamará molécula a “Un grupo de átomos unidos entre sí por fuertes enlaces primarios” (Calister, 1995. p. 26).

“Es la partícula más pequeña de un compuesto o elemento que tiene existencia estable e independiente. En casi todas las moléculas, 2 o más átomos se unen entre si formando unidades discretas muy pequeñas (partículas) que son eléctricamente neutras” (Kenneth, 1992, p. 36).

1.4 Enlace: Es la unión de dos átomos, moléculas o partículas gracias a una fuerza. En el caso de los átomos y moléculas el origen del enlace es eléctrico, debido a la atracción de los protones y electrones.

1.5 Energía de enlace: Se entenderá la energía de enlace como la “energía necesaria para separar estos dos átomos una distancia infinita” (Calister, 1995, p. 18).

1.6 Masa específica: Se denomina *masa específica* a la cantidad de materia por unidad de volumen que posee una determinada sustancia. Se designa por la letra griega ρ , y matemáticamente se expresa como:

$$\rho = \lim_{\Delta V \rightarrow 0} \frac{\Delta m}{\Delta V} = \frac{dm}{dV}$$

1.7 Densidad Relativa: La densidad corresponde a la relación que existe entre la masa específica de una sustancia con una sustancia de referencia. Generalmente la sustancia

de referencia usada para los líquidos es el agua a 4°C, cuya masa específica es $1000 \left(\frac{kg}{m^3} \right)$ en el Sistema Internacional (SI) de unidades o $1 \left(\frac{g}{cm^3} \right)$ en el sistema CGS. Así, en general suele entenderse la densidad relativa y a la masa específica como lo mismo cuando la sustancia de referencia utilizada es el agua y en adelante hablaremos en términos de densidad en lugar de masa específica, cuya expresión es:

$$\rho = \frac{\rho_{sustancia}}{\rho_{relativo}}$$

1.8 Peso específico: El peso específico es la fuerza con la que la Tierra atrae a una determinada sustancia por unidad de volumen; se denota por la letra griega γ , y su expresión es:

$$\gamma = g \cdot \rho$$

Donde g representa el módulo de la aceleración de gravedad.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Barberà, E. (2006). Los fundamentos teóricos de la tutoría presencial y en línea: una perspectiva socio-constructivista. *Educación en red y tutoría en línea*, 161-180.

Barbosa, L. H. (2008). Los Experimentos Discrepantes en el aprendizaje activo de la física. *Latin-American Journal of physics Education*, 2(3), 24.

Barbosa, L. H., & Mora-Ley, C. (2011). Los Experimentos Discrepantes Como Escenario Propicio Para Cultivar La Intuición Física En Estudiantes. *Revista Colombiana de Física*, 43(3), 565-570.

Barbosa, L. H., Talero, P. H., Rodríguez, J. O. O., & Hernández, L. (2011). Los experimentos discrepantes como un escenario cautivante con rol social educativo. *Latin-American Journal of Physics Education*, 5(1), 21.

Benegas, J., & Villegas, M. (2006). La Enseñanza Activa de la Física: la Experiencia de la UNSL. In *IX Conferencia Interamericana sobre Educación en la Física, San José de Costa Rica, Costa Rica*.

Bosch, M. García, F. Gascón, J. Ruiz Higuera, L. (2006) La modelización matemática y el problema de la articulación de la matemática escolar. Una propuesta desde la teoría antropológica de lo didáctico. Distrito Federal, México: Santillana (p. 37-74).

Brooks, Brooks, 1993, en Educarchile el 24-09-2015 a las 14.53 hrs. URL: www.educarchile.cl

Calister, W. Jr. (1995). Introducción a la ciencia e Ingeniería de los materiales. Editorial Reverté S. A. España.

Castiblanco, O., & Vizcaíno, D. (2008). La experiencia del laboratorio en la enseñanza de la física. *Revista Educación en Ingeniería*, (5), 68-74.

Castillo, S. (2008). Propuesta pedagógica basada en el constructivismo para el uso óptimo de las TIC en la enseñanza y el aprendizaje de la matemática. *Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, 11(2), 171-194.

Charpak, G., Lena, P., & Quere, Y. (1998). La main à la pâte. *Bulletin de l'Union des physiciens*, (806), 1149-1150.

Chevallard, Y. (1997, 1999) Algunos aspectos básicos sobre la teoría antropológica de lo didáctico (TAD).

Chevallard, Y. Bosch, M. Gascón, J (1997) Estudiar matemáticas. El eslabón perdido entre la enseñanza y el aprendizaje. Universitat Barcelona.

Clement, J. (1989). Learning via Model Construction and Criticism - Protocol evidence on sources of creativity in science, en Glover, J.A., Ronning, R.R. y Reynolds, C.R. (eds.). *Handbook of Creativity*, pp. 341-381. Nueva York: Plenum.

Corbetta P. (2003) Metodología y técnica de investigación social. Bolonia: Editorial Mc Graw Hill.

Corica, A. R., & Otero, M. R. (2009). Análisis de una praxeología matemática universitaria en torno al límite de funciones y la producción de los estudiantes en el momento de la evaluación. *Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, 12(3), 305-331.

Dewey, J. (1985). Naturaleza humana y conducta. México: Fondo de Cultura Económica.

Díaz, A., Jeraldo, R. & Tapia, A. (2013). Montaje de sensores y programación de microcontroladores con una propuesta didáctica fundada en la enseñanza de la ciencia basada en indagación (ECBI) para el estudio de la Física en educación media. Santiago, Chile.

Ductilidad y Fragilidad (n. d) Tema VI: Fractura. URL: http://materiales.unex.es/miembros/personal/p-mirandaold/docencia_sec/PMII/apuntesFRACTURA.pdf

Edelson, D. C., Pea, R. D. y Gómez, L. (1996). Constructivism in the collaborative. En B.G. Wilson (1996). Constructivist learning environments. Case studies in instructional design. New Jersey: Educational Technology Publications, Englewood Cliffs.

EducarChile, visitado el 24-09-2015 a las 17:45 hrs).

EducarChile, visitado el 20-09-2015 a las 16:45 hrs.).

Elasticidad (n. d). Tema 6: elasticidad, recuperado el 01/11/2015, a las 15.23 hrs. URL: <http://www.ual.es/~mnavarro/Tema%206%20Elasticidad.pdf>

Etkina, E., Van Heuvelen, A., Brookes, D. T., & Mills, D. (2002). Role of experiments in physics instruction—A process approach. *The Physics Teacher*, 40(6), 351-355.

Fernandez L, Bonifacio (1998). Introducción a la Mecánica de Fluidos, segunda Edición.

Fernández, I., Gil, D., Vilches, A., Valdés, P., CACHAPUZ, A., PRAIA, J., & SALINAS, J. (2002). La superación de las visiones deformadas de la ciencia y la tecnología: un requisito esencial para la renovación de la educación científica. Edit. Academia La Habana.

Fraser, B. J., Tobin, K. & McRobbie, C. J. (Eds.). (2011). *Second international handbook of science education* (Vol. 24). Springer Science & Business Media.

García, C., Estebaranz, A., Imbernón, F., Martín-Moreno, Q., Mingorance, P., Montero, L. & Villa, A., (2001). La función docente. Editorial Síntesis, S.A. Madrid, España.

García, M. M. (2009). La formación de profesores de matemáticas. Un campo de estudio de preocupación. *Colección Digital Eudoxus*, 1(5). (p. 153-166).

García, M., & Sánchez, V. (2010). Las perspectivas socioculturales y la formación de profesores de primaria en relación con las matemáticas. *Revista Eletrônica de Educação*, 4(1), 4-17.

García, P. E. M., González, J., López, J. A., Luján, J. L., Martín, M., Osorio, C., & Valdés, C. (2001). Ciencia, tecnología y sociedad: una aproximación conceptual. *Madrid: OEI*.

Gil Pérez, D., Macedo, B., Martínez Torregrosa, J., Sifredo Barrios, C., Valdés, P., & Vilches Peña, A. (2005). *¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años*. Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe.

Harlen, W. (Ed.). (2012). *Principios y grandes ideas para la educación en ciencias*. Academia Chilena de Ciencias.

Hattie, J. (2009) *Visible Learning, A synthesis of over 800 meta-Analyses relating to achievement*, (2nd. Edition), Routledge: New York.

Hmelo-Silver, C., Duncan, R., & Chinn, C. (2007). Scaffolding and achievement in problem-based learning and inquiry learning: A response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006). *Educational Psychologist*, 42(2), 99-107.

Izquierdo i Aymerich, M., Espinet Blanch, M., & Sanmartí, N. (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de Ciencias Experimentales. In *Enseñanza de las Ciencias* (Vol. 17, p. 45-59).

Jara, J., y Torres, J. (2014). Diseño de una unidad didáctica para la enseñanza de algunos conceptos de sonido en el subsector de Física en NN1 utilizando instrumentos musicales. Santiago, Chile.

Jiménez-Aleixandre, M.P. (2011) Las prácticas científicas en la investigación y en la clase de ciencias. Ponencia plenaria de los XXV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales de APICE. Santiago de Compostela. Disponible on-line en: <http://www.apice-dce.com/sites/default/files/XXV%20EDCE.pdf>

Justi, R. (2006). La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las Ciencias*, 24 (2), pp. 369-387.

Kelly, G. & Duschl, R. (2002). Toward a research agenda for epistemological studies in science education. Paper presented at the annual meeting of the *National Association for Research in Science Teaching*, New Orleans, LA.

Kenneth, W., Kenneth, G. & Raymond, D. (1992). Química General, tercera edición (segunda edición en español), México.

Lagarón, D. C. (sf) " De la moda de "aprender indagando" a la indagación para modelizar: una reflexión crítica.

Larreamendy, J. F. (2007). Psicología cognitiva y educación. Presentación realizada en la asignatura "Comunicación, Cognición y Aprendizaje", Área de Comunicación y Educación, Maestría en Educación, Universidad Nacional de Colombia.

Mellado Jiménez, V. (2003) Enseñanza de las ciencias: cambio didáctico del profesorado de ciencias experimentales y filosofía de la ciencia, (pp 343-358), (s.l., s.n.).

MINEDUC (2009). Marco Curricular, decreto 256, 2009: (2009).Objetivos Fundamentales y Contenidos Mínimos Obligatorios de la Educación Básica y Media. Chile: Ministerio de Educación.

MINEDUC (2009). Marco Curricular, decreto 256, Actualización 2009: (2009).Objetivos Fundamentales y Contenidos Mínimos Obligatorios de la Educación Básica y Media. Chile: Ministerio de Educación.

MINEDUC (2013). Bases Curriculares de 7° básico a 2° medio. Chile: Ministerio de Educación.

Navarro (2007) Capítulo 1: Elementos Teóricos. Recuperado el 22 de Mayo de 2015 a las 22:10 hrs. URL: <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/21209/Capitulo1.pdf>

Nersessian, N.J. (1999). Model-Based Reasoning in Conceptual Change, en Magnani, L., Nersessian, N.J. y Thagard, P. (eds.). *Model-Based Reasoning in Scientific Discovery*, p. 5-22. Nueva York: Kluwer and Plenum Publishers.

Olabuénaga, J. I. R. (2012). *Metodología de la investigación cualitativa* (Vol. 15). Universidad de Deusto.

Paz, M. (2003). Investigación cualitativa en educación. Fundamentos y tradiciones. *Madrid. McGraw and Hill Interamericana de España*.

Pérez, Z. P. (2011). Los diseños de método mixto en la investigación en educación: Una experiencia concreta. *Revista Electrónica Educare*, 15(1), 15-29.

PISA, O. (2012). Results in Focus What 15-year-olds know and what they can do with what they know. 2014-12-03]. URL: <http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/pisa-2012-results-overview.pdf>.

PISA (2015). Draft Science Framework

Putnam, R. y Borko, H. (2000). What do new views of knowledge and thinking have to say about research on teacher learning? *Educational researcher*, Vol. 29, N°1.

Raviolo, A., Aguilar, A., Ramirez, P. & López, E. (2011) Dos analogías en la enseñanza del concepto de modelo científico: Analisis de las observaciones de clase. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, p. 61-71.

Reig, L. (2012). TCM, la teoría cinética de la materia; [visitado el 07/11/2015, a las 18.04 hrs.](http://naukas.com/2012/09/03/tcm-la-teoria-cinetica-de-la-materia/) URL: <http://naukas.com/2012/09/03/tcm-la-teoria-cinetica-de-la-materia/>

Rivas, C. (s. f). Factura de los materiales. *Desde la ciencia*, recuperado el 29/11/2015, a las 19.56 hr. URL: <http://www.uca.edu.sv/deptos/ccnn/dlc/pdf/n04carlitos.pdf>

Rodríguez, J. A. (2002). Cognición y ciencia cognitiva. *Documento en línea*] Disponible www.supervivir.otg/cgn/cognición.pdf. [Consultado 2009 mayo 9].

Sagástegui, D. (2004). Una apuesta por la cultura: el aprendizaje situado. *Revista Electrónica Sinéctica*, (24), 30-39.

Santiuste, V. (sf). Aproximación al concepto de aprendizaje constructivista. *Cuadernos de educación*, p.17-19.

Schön, D. (1993). *El Profesional reflexivo*. Madrid: Paidós.

Tiposde.Org (2015). Tipos de enlaces, recuperado el 13-10-2015 a las 15:06hrs). URL: www.tiposde.org/ciencias-naturales/480-tipos-de-enlaces/#ixzz3oTMJzh8n

Vygotsky, L. (1972) *Pensamiento y lenguaje*. Buenos Aires: Pléyade.

Windschitl, M., Thompson, J. & Braaten, M. (2008) Beyond the scientific method: model-based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations. *Sci Educ*, 92, 941–967

Citas de páginas Web:

<http://andycienci.blogspot.cl/2012/06/solidos-liquidos-y-gaseosos.html>,

[visitado el 24-10-2015, a las 14.56 hrs.](#)

https://alojamientos.uva.es/guia_docente/uploads/2012/455/42620/1/Documento9.pdf, visitado el 30-09-2015, a las 16.58 hrs.

<http://ocw.unican.es/enseñanzas-tecnicas/ciencia-y-tecnologia-de-los-materiales/materiales-de-clase-1/Tema2.pdf>, visitado el 26-09-2015, a las 20.45 hrs.

<http://www.ugr.es/~pittau/FISBIO/t5.pdf>, visitado el 01-11-2015, a las 16.45 hrs.

<http://www.ugr.es/~andyk/Docencia/BFMA/03.pdf>, visitado el 03-11-2015, a las 17.34 hrs.

Links de imágenes utilizadas:

Nombre de la foto	Link
Antiguos Estados:	http://1.bp.blogspot.com/-ilzpHBhzFRg/UM-KiSWG15I/AAAAAAAAAcE/YXnPbLAdTX4/s1600/4+elementos+bruto.JPG Visitado el 19/09/2015 a las 19:19
Moléculas:	http://thumbs.dreamstime.com/z/representación-esférica-de-la-molécula-3d-14277890.jpg Visitado el 19/09/2015 a las 19:25
Investigador:	http://itmupv.blogs.upv.es/files/2013/02/Investigadores.jpg visitado el 17/10/15 a las 19.15
Iceberg:	http://mariashriver.com/wp-content/uploads/drupal/Iceberg-1024x767.jpg?9a9d10 visitado el 17/10/15 a las 19.33
Cerebro pensando:	http://refugioantiaereo.com/wp-content/uploads/2007/01/entrena-tu-cerebro.jpg visitado el 17/10/15 a las 19.41
Formalizar:	http://1.bp.blogspot.com/-HDFrQN-Zy_4/U1ZxKDpmEnI/AAAAAAAAAMI/eSZoDWQb9gg/s1600/VISTOBUENO.gif visitado el 17/10/15 a las 20.00
Tus aprendizajes:	http://www.literautas.com/es/blog/wp-content/uploads/lapiz.png visitado el 17/10/15 a las 20.09
Anotaciones:	http://2.bp.blogspot.com/_VppQgSMJc3I/S_jcmrO9pnl/AAAAAAAAE0s/znPyQv0rJk0/s320/Dibujo.JPG visitado el 17/10/15 a las 21.39
Materiales 1:	https://tecnoblogsanmartin.files.wordpress.com/2012/12/textil.jpg?w=510

- Visitado el 18/10/15 a las 13:28
- Materiales 2: <http://definicion.mx/wp-content/uploads/2014/01/materiales-350x237.jpg>
Visitado el 18/10/15 a las 13:29
- Elasticidad: <http://files.propiedadesdelosmateriales.webnode.es/200000127-335343547d/ELASTICIDAD%201.jpg>
Visitado el 18/10/15 a las 13:55
- Globos
Polímeros: http://mlc-s2-p.mlstatic.com/globos-largos-para-cumpleanos-fiestas-eventos-decoracion-651201-MLC20284578595_042015-F.jpg
Visitado el 18/10/15 a las 14:08
- Playa: https://mimundoviajero.files.wordpress.com/2015/06/img_3572.jpg?w=470&h=353
Visitado el 20/10/15 a las 18:21
- Agua en los
pie: http://3.bp.blogspot.com/-T1i7RcGaiio/UCde5wXvAKI/AAAAAAAAALA/UZ1x4GYu8Nk/s1600/DSC_0036b.jpg
Visitado el 20/10/15 a las 18:29
- Copa
Rompiéndose: http://1.bp.blogspot.com/-v3OxHRkpKjI/TqrrdKdn61I/AAAAAAAAAGQ/At2qgXxO6Go/s1600/blue_by_splutp_hoto.jpg
Visitado el 24/10/15 a las 15:00
- Vaso con
agua: http://cdn.ecoportal.net/var/ecoportal_net/storage/images/ecovida/despues-de-leer-esto-no-volveras-a-beber-un-vaso-de-agua-que-dejaste-toda-la-noche-a-lado-de-tu-cama/2065891-1-esl-ES/Despues-de-leer-esto-no-volveras-a-beber-un-vaso-de-agua-que-dejaste-toda-la-noche-a-lado-de-tu-cama.jpg
Visitado el 24/10/15 a las 15:00
- Huella en la
arena: <http://www.ecohabitar.org/wp-content/uploads/2012/12/huella3.jpg>
visitado el 24/10/15 a las 15:24
- Gotero: https://image.freepik.com/iconos-gratis/gotero_318-47803.jpg
visitado el 24/10/15 a las 16:02
- Fluido no
newtoniano: <http://www.ohmygeek.net/wp-content/uploads/2010/08/Cono-de-parlante-con-un-fluido-no-newtoniano.jpg>
Visitado el 24/10/15 a las 16:00
- Burbuja: http://www.pent.org.ar/sites/default/files/novedades/1024px-Girl_blowing_bubbles2.jpg
Visitado el 24/10/15 a las 16:07
- Alambre en
forma de U <http://www.ugr.es/~andyk/Docencia/BFMA/03.pdf>
Visitado el 24/10/15 a las 16:45
- Jarra con
agua: <https://tarotycfe.files.wordpress.com/2015/10/jarra.gif>
Visitado el 25/10/15 a las 11:42
- Maicena: <http://www.ecoosfera.com/wp-content/imagenes/bakingsoda.jpg>
Visitado el 25/10/15 a las 11:42

Capilaridad: Prácticas experimentales y fundamentos de la mecánica clásica y la termodinámica. Parte II.

Viscosidad: Prácticas experimentales y fundamentos de la mecánica clásica y la termodinámica. Parte II.

Tensión Superficial: http://fsz.ifas.ufl.edu/surfacetensionandcapillarity/images/diagramas/fuerzas_en_el_seno.gif
Visitado el 28/10/15 a las 17:50

Solido amorfo: Fundamentos de polímeros
<http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/16700/1/polimeros.pdf>

Estado Cristalino: Fundamentos de polímeros
<http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/16700/1/polimeros.pdf>

Castillo de arena: https://image.freepik.com/foto-gratis/castillo-de-arena_279237.jpg
visitado el 07/11/15 a las 18.51

Capilaridad 2: http://fcm.ens.uabc.mx/~fisica/FISICA_II/APUNTES/CAPILARIDAD_files/image005.gif
Visitado el 10/11/15 a las 16:00

ANEXOS

Anexo 1: Supuestos sobre enseñanza y aprendizaje desde tres perspectivas teóricas diferentes

(Shuell, 1996, p. 744; García et al., p. 106-107).

Categoría	Conductistas	Constructivistas	Constructivismo social
Aprendizaje	• Adquisición de hechos, destrezas y conceptos. • Ocurre a través de instrucción y práctica. • Ocurre dentro de la cabeza del individuo. • Implica cambios manifiestos y demostración de procedimientos	• Construcción activa y reestructuración del conocimiento previo. • Ocurre a través de múltiples oportunidades y diversos procesos para conectar el nuevo conocimiento con lo que ya se conoce. • Ocurre en la interacción con los otros y con el ambiente. • Implica transformación profunda.	• Construcción colaborativa de conocimientos y valores socialmente definidos. • Ocurre a través de oportunidades socialmente construidas. • Ocurre a través de la interacción con los otros y con el ambiente. • Implica múltiples transformaciones del contenido, de procedimientos (cómo aprender) e interpretaciones (qué significa aprender, qué conocimiento es válido).
Enseñanza	• Transmisión, presentación (explicación)	Desafío; guiar el pensamiento hacia una comprensión más completa.	• Co-construcción del conocimiento (con los estudiantes). • Expandir el repertorio de opciones (cómo conseguir el aprendizaje).
Rol del profesor	• Predefinido como un adulto • Fuente principal de conocimiento. • Director o supervisor • Estima la realización de las tareas en el tiempo previsto • Corrige las respuestas erróneas.	• Alguien más experto. • Una fuente de conocimiento (junto con los estudiantes, los materiales y el ambiente). • Facilitador o guía. • Crea oportunidades para la interacción con ideas significativas, con materiales y con otros. • Está atento a las ideas y a las concepciones erróneas.	• Alguien más experto. • Una fuente de conocimiento (junto con los estudiantes, los materiales, los artefactos sociales y el ambiente). • Facilitador o guía. • Co-participante. • Construye con los estudiantes oportunidades para la interacción con ideas significativas, con materiales, y con otros. • Co-construcción de diferentes interpretaciones del conocimiento; atiende a las concepciones construidas socialmente.
Rol de los compañeros	• No es considerado normalmente	No necesariamente, pero puede estimular el pensamiento, originar cuestiones.	• Ordinariamente son parte del proceso de construcción del conocimiento. • Contribuyen a la definición del conocimiento en el espacio intersubjetivo de los grupos. • Ayudan a definir oportunidades de aprendizaje.

Rol del estudiante	• Recepción pasiva de información • Trabajador “obrero” • Escucha activamente, y sigue una dirección • Completa el trabajo a tiempo	• Construcción activa (dentro de la mente). • Fuente de conocimiento (individual y en grupo). • Generador, constructor. • Pensador activo, explica, interpreta y cuestiona. • Comprende.	• Activa co-construcción con otros y consigo mismo. • Fuente de conocimiento (en grupo e individualmente dentro del grupo). • Co-generador y co-constructor. • Pensador activo, explica, interpreta, cuestiona. • Comprende. • Co-construye e interpreta el contexto social.
--------------------	--	--	---

Anexo 2: Primera Implementación

Opciones

- Líquido
- Sólido
- Sólido fluyente

~~Sólido es~~

- es sólido cuando se le aplica presión
- y es líquido cuando NO se le aplica presión

ES SÓLIDO porque se quiebra

al ponerle presión es Sólido
y al soltarlo es líquido.

Almidón de maíz o maizena con agua

Opciones:

- líquido
- sólido
- sólido fluyente

- es sólido cuando se le aplica presión
- y es líquido cuando no se le aplica presión.

Es sólido cremoso porque se quiebra

y todo lo que es sólido es

al unirse con el agua se mezcla y desaparece.

Su estado cambia dependiendo como lo usas

- Al unir un mismo componente se une como líquido y se vuelve sólido

- Al aplicar presión (fuerza) sólido

la mezcla es flexible como la piel, ~~pero~~
al separarlo se vuelve a

- Los portillos se juntan cuando se aplica fuerza ~~rápida~~ y se convierte en sólido

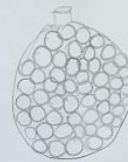
Los portillos salen cuando se aplica fuerza lentamente.

Sólido líquido gaseoso

Sólido

sus moléculas
están juntas
tiene forma
definida

→ muy juntas



Líquido

no tiene
forma definida
sus moléculas están
un poco separadas

→ separados



Gaseoso

no tiene forma definida
no se puede ver ni tocar
sus moléculas están muy
separadas

→ muy separados



Características

- * Casi todos tienen forma definida
- * Tienen masa y peso

Diferencias

Tienen diferente forma

gaseoso sólido líquido



 = es necesario e importante que sea diferente

Sólido:

- Cosas duras
- Tiene peso determinado

Líquido

- Tiene peso indefinido
- No tiene forma definida

Gaseosa:

- No tiene peso
- No se puede ver
- No se puede tocar
- Las moléculas están separadas

Sólido

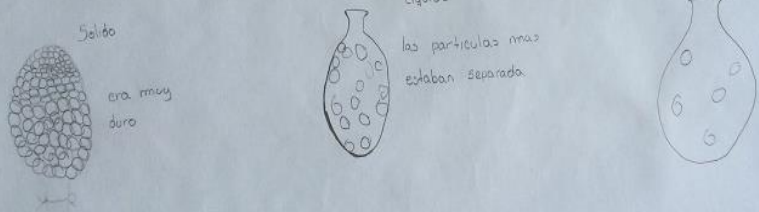
era muy duro

Líquido

las partículas más estaban separadas

Gaseosa

están muy separadas



Que es polímetro: algo que tenga que ver con geometría, todos los polímetros son diferentes



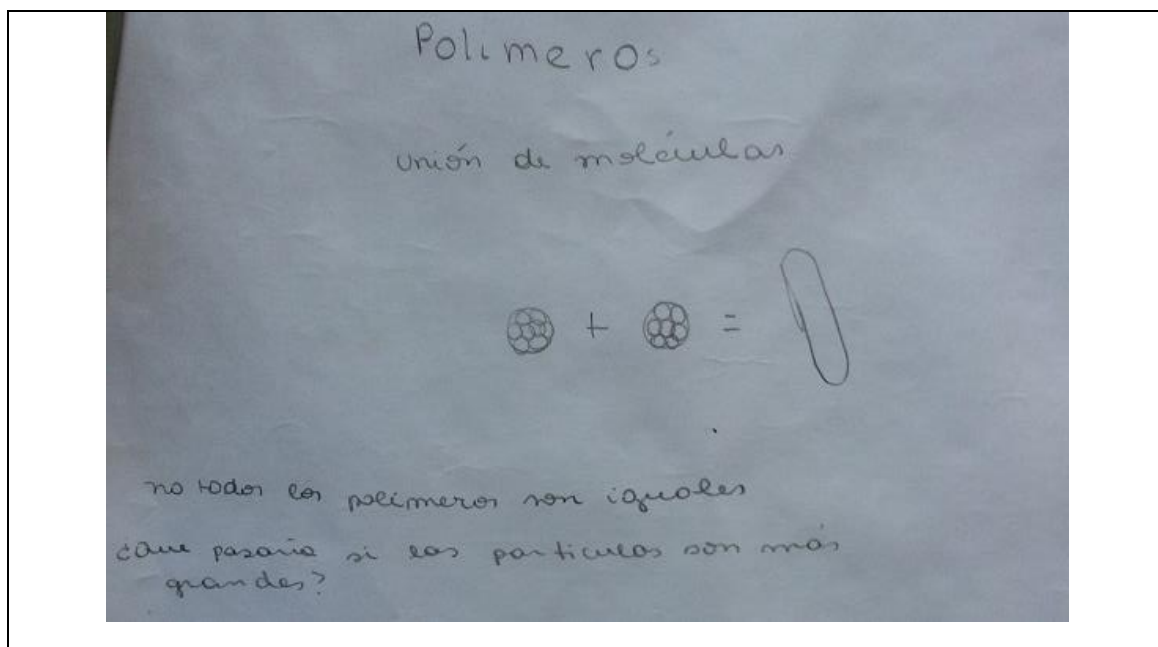


Tabla 14: Dibujos de la primera implementación realizados por alumnas de 8ºE.B.

Anexo 3: Evaluaciones Expertos

Rúbrica para experto “Optimización De La Propuesta Didáctica”

“LOS MATERIALES Y SUS PROPIEDADES”

Este instrumento tiene como finalidad optimizar la propuesta didáctica basada principalmente en el estudio de “*Los Materiales y sus Propiedades*” en el marco del Seminario para optar al grado académico de Licenciada/o en Educación de Física y Matemática, por lo que solicitamos su opinión, en calidad de experto, para optimizar esta propuesta pedagógica.

Instrucciones:

Luego de revisar las experiencias propuestas, responda según el siguiente criterio en el espacio asignado para cada indicador.

O= ÓPTIMO

S= SATISFACTORIO

B= BÁSICO

I= INSUFICIENTE

INDICADORES	Trabajo Práctico I Estados de la materia	Trabajo Práctico II Entre sólido y líquido	Trabajo Práctico III ¿Fluye o se rompe?	Trabajo Práctico IV Propiedades Mecánicas y Estructuras
13.La redacción y ortografía del trabajo práctico es apropiado para que el alumno comprenda lo que debe realizar.	O	O	O	O
14.Los resultados de aprendizajes esperados son propiciados por las actividades propuestas en el trabajo práctico.	O	O	O	O
15.El trabajo práctico permite fomentar las habilidades de pensamiento científico propuestas.	O	O	O	O
16.El trabajo práctico logra promover las actitudes descritas.	O	O	O	O
17.Los contenidos declarados para cada trabajo práctico, efectivamente son abordados en este.	O	O	O	O
18.Se evidencian las metodologías indagatorias ADI e IBM en el diseño de los trabajos prácticos.	O	O	O	O

19.En el trabajo práctico se refleja la estrategia didáctica denominada “Experiencias Discrepantes” (ExD)	☐	☐	☐	☐
20.La etapa I del trabajo práctico permite que alumnos y alumnas evidencien que la ciencia es contextualizada, histórica y/o problemática en el tiempo y, que por lo tanto, cambia.	☐	☐	☐	☐
21.Las preguntas y actividades planteadas en la etapa I, permiten identificar ideas previas sobre el fenómeno estudiando de los y las estudiantes.	☐	☐	☐	☐
22.Las preguntas orientadoras de la Etapa II, permiten que las y los alumnos planteen hipótesis y/o predicciones.	☐	☐	☐	☐
23.La actividad de profundización de la etapa II ayuda a que alumnas y alumnos comprueben o modifiquen sus hipótesis y/o predicciones.	☐	☐	☐	☐
24.Las indicaciones al docente, ayudan a que este pudiese, eventualmente, realizar el trabajo práctico sin problemas.	☐	☐	☐	☐

Observaciones: (Indique qué observaciones le haría a los trabajos prácticos)

Título Profesional: Profesora de Estado en Física y Matemática.

Grado Máximo Académico: Profesora de Matemática y Física.

Aun sin los materiales en la mesa....pero dada la claridad de lo que se quiere lograr y este contrapunto o desafíos casi ocultos a la inteligencias de los y las alumnas hace interesante esta forma de hacer ciencia, si se pudiera hacer este tipo pedagogía desde el jardín.....seguro que nuestro país despegue en una década.

Cada trabajo práctico tiene una estructura lógica y desafiante...que invita a mirar de mejor forma tu entorno, a tus compañeros(as) en este trabajo colaborativo (trabajo en equipo) y democrático (respetar la opinión del otro), para realizar de buena forma la clase.

Claridad en los conceptos a tratarse incluso aclara conceptos que puede que salgan, eso es proactividad.

Consulta...qué pasa con los números y/o fórmulas?

Los felicito....

Agradecemos su colaboración y participación

Nicolás Barrios Arraño, Camila González Quezada & Yasna Hurtado Lobos.

Rúbrica para experto “Optimización De La Propuesta Didáctica”

“LOS MATERIALES Y SUS PROPIEDADES”

Este instrumento tiene como finalidad optimizar la propuesta didáctica basada principalmente en el estudio de “*Los Materiales y sus Propiedades*” en el marco del Seminario para optar al grado académico de Licenciada/o en Educación de Física y Matemática, por lo que solicitamos su opinión, en calidad de experto, para optimizar esta propuesta pedagógica.

Instrucciones:

Luego de revisar las experiencias propuestas, responda según el siguiente criterio en el espacio asignado para cada indicador.

O= ÓPTIMO

S= SATISFACTORIO

B= BÁSICO

I= INSUFICIENTE

INDICADORES	Trabajo Práctico I Estados de la materia	Trabajo Práctico II Entre sólido y líquido	Trabajo Práctico III ¿Fluye o se rompe?	Trabajo Práctico IV Propiedades Mecánicas y Estructuras
1. La redacción y ortografía del trabajo práctico es apropiado para que el alumno comprenda lo que debe realizar.	S	O	O	O
2. Los resultados de aprendizajes esperados son propiciados por las actividades propuestas en el trabajo práctico.	O	O	O	O
3. El trabajo práctico permite fomentar las habilidades de pensamiento científico propuestas.	O	O	O	O
4. El trabajo práctico logra promover las actitudes descritas.	O	O	O	O
5. Los contenidos declarados para cada trabajo práctico, efectivamente son abordados en este.	S	O	O	O
6. Se evidencian las metodologías indagatorias ADI e IBM en el diseño de los trabajos prácticos.	O	O	O	O
7. En el trabajo práctico se refleja la estrategia didáctica denominada “Experiencias Discrepantes” (ExD)	S	O	O	O
8. La etapa I del trabajo práctico permite que	O	O	O	O

alumnos y alumnas evidencien que la ciencia es contextualizada, histórica y/o problemática en el tiempo y, que por lo tanto, cambia.				
9. Las preguntas y actividades planteadas en la etapa I, permiten identificar ideas previas sobre el fenómeno estudiando de los y las estudiantes.	O	O	O	O
10. Las preguntas orientadoras de la Etapa II, permiten que las y los alumnos planteen hipótesis y/o predicciones.	S	O	O	O
11. La actividad de profundización de la etapa II ayuda a que alumnas y alumnos comprueben o modifiquen sus hipótesis y/o predicciones.	O	O	O	O
12. Las indicaciones al docente, ayudan a que este pudiese, eventualmente, realizar el trabajo práctico sin problemas.	O	O	O	O

Observaciones: (Indique qué observaciones le haría a los trabajos prácticos)

Título Profesional: Profesora de Biología y Ciencias Naturales.

Grado Máximo Académico: Magíster en Gestión y Dirección Escolar.

Los trabajos prácticos son excelentes del II al IV, debido a que permiten que el estudiante vaya descubriendo los fenómenos y por lo tanto, adquiriendo los aprendizajes de una forma motivadora y fácil, lo cual lo acerca a la ciencia.

El trabajo práctico I es bueno, pero para octavo básico pienso que es más obvio que los otros trabajos prácticos, quizás para niveles anteriores generaría mayor sorpresa.

Agradecemos su colaboración y participación

Nicolás Barrios Arraño, Camila González Quezada & Yasna Hurtado Lobos.

Rúbrica para experto “Optimización De La Propuesta Didáctica”

“LOS MATERIALES Y SUS PROPIEDADES”

Este instrumento tiene como finalidad optimizar la propuesta didáctica basada principalmente en el estudio de “*Los Materiales y sus Propiedades*” en el marco del Seminario para optar al grado académico de Licenciada/o en Educación de Física y Matemática, por lo que solicitamos su opinión, en calidad de experto, para optimizar esta propuesta pedagógica.

Instrucciones:

Luego de revisar las experiencias propuestas, responda según el siguiente criterio en el espacio asignado para cada indicador.

O= ÓPTIMO

S= SATISFACTORIO

B= BÁSICO

I= INSUFICIENTE

INDICADORES	Trabajo Práctico I Estados de la materia	Trabajo Práctico II Entre sólido y líquido	Trabajo Práctico III ¿Fluye o se rompe?	Trabajo Práctico IV Propiedades Mecánicas y Estructuras
1. La redacción y ortografía del trabajo práctico es apropiado para que el alumno comprenda lo que debe realizar.	O	S	S	S
2. Los resultados de aprendizajes esperados son propiciados por las actividades propuestas en el trabajo práctico.	O	S	O	S
3. El trabajo práctico permite fomentar las habilidades de pensamiento científico propuestas.	O	S	S	S
4. El trabajo práctico logra promover las actitudes descritas.	O	S	S	S
5. Los contenidos declarados para cada trabajo práctico, efectivamente son abordados en este.	O	S	B	S
6. Se evidencian las metodologías indagatorias ADI e IBM en el diseño de los trabajos prácticos.	S	O	O	O
7. En el trabajo práctico se refleja la estrategia didáctica denominada “Experiencias Discrepantes” (ExD)	S	O	O	O
8. La etapa I del trabajo práctico permite que	O	B	B	B

alumnos y alumnas evidencien que la ciencia es contextualizada, histórica y/o problemática en el tiempo y, que por lo tanto, cambia.				
9. Las preguntas y actividades planteadas en la etapa I, permiten identificar ideas previas sobre el fenómeno estudiando de los y las estudiantes.	O	S	O	S
10. Las preguntas orientadoras de la Etapa II, permiten que las y los alumnos planteen hipótesis y/o predicciones.	O	S	S	S
11. La actividad de profundización de la etapa II ayuda a que alumnas y alumnos comprueben o modifiquen sus hipótesis y/o predicciones.	S	O	S	S
12. Las indicaciones al docente, ayudan a que este pudiese, eventualmente, realizar el trabajo práctico sin problemas.	S	O	O	S

Observaciones: (Indique qué observaciones le haría a los trabajos prácticos)

Título Profesional: Profesor de Estado de Física y Matemática

Grado Máximo Académico: Licenciado en Educación de Física y Matemática

Las descripciones de las imágenes, que representan cada etapa, distraen la atención de ésta. Cuidar la redacción y simplificarla un poco, para poder contextualizar a estudiantes de Octavo Básico, cuyo dominio del lenguaje es un poco menos complejo.

La guía III, no explica con claridad lo que es un líquido no newtoniano.

Como sugerencia general para las guías e indicaciones al docente:

- Cuidar el tamaño de la letra, ya que la primera parte de la guía, la letra es muy pequeña, por lo que dificulta la lectura.
- Incluir el género femenino en la redacción de las guías: “las estudiantes y los estudiantes” o bien “el estudiantado”, “El o la docente”, o bien “el profesorado”.

Agradecemos su colaboración y participación

Nicolás Barrios Arraño, Camila González Quezada & Yasna Hurtado Lobos.

Rúbrica para experto “Optimización De La Propuesta Didáctica”

“LOS MATERIALES Y SUS PROPIEDADES”

Este instrumento tiene como finalidad optimizar la propuesta didáctica basada principalmente en el estudio de “*Los Materiales y sus Propiedades*” en el marco del Seminario para optar al grado académico de Licenciada/o en Educación de Física y Matemática, por lo que solicitamos su opinión, en calidad de experto, para optimizar esta propuesta pedagógica.

Instrucciones:

Luego de revisar las experiencias propuestas, responda según el siguiente criterio en el espacio asignado para cada indicador.

O= ÓPTIMO

S= SATISFACTORIO

B= BÁSICO

I= INSUFICIENTE

INDICADORES	Trabajo Práctico I Estados de la materia	Trabajo Práctico II Entre sólido y líquido	Trabajo Práctico III ¿Fluye o se rompe?	Trabajo Práctico IV Propiedades Mecánicas y Estructuras
1. La redacción y ortografía del trabajo práctico es apropiado para que el alumno comprenda lo que debe realizar.	O	O	O	O
2. Los resultados de aprendizajes esperados son propiciados por las actividades propuestas en el trabajo práctico.	S	S	O	S
3. El trabajo práctico permite fomentar las habilidades de pensamiento científico propuestas.	O	O	O	O
4. El trabajo práctico logra promover las actitudes descritas.	S	O	O	O
5. Los contenidos declarados para cada trabajo práctico, efectivamente son abordados en este.	O	O	O	O
6. Se evidencian las metodologías indagatorias ADI e IBM en el diseño de los trabajos prácticos.	S	S	S	O
7. En el trabajo práctico se refleja la estrategia didáctica denominada “Experiencias Discrepantes” (ExD)	S	S	S	S
8. La etapa I del trabajo práctico permite que	O	O	O	O

alumnos y alumnas evidencien que la ciencia es contextualizada, histórica y/o problemática en el tiempo y, que por lo tanto, cambia.				
9. Las preguntas y actividades planteadas en la etapa I, permiten identificar ideas previas sobre el fenómeno estudiando de los y las estudiantes.	S	O	S	S
10. Las preguntas orientadoras de la Etapa II, permiten que las y los alumnos planteen hipótesis y/o predicciones.	O	O	O	O
11. La actividad de profundización de la etapa II ayuda a que alumnas y alumnos comprueben o modifiquen sus hipótesis y/o predicciones.	S	S	O	O
12. Las indicaciones al docente, ayudan a que este pudiese, eventualmente, realizar el trabajo práctico sin problemas.	O	O	O	O

Observaciones: (Indique qué observaciones le haría a los trabajos prácticos)

Título Profesional: Profesor de Estado.

Grado Máximo Académico: Licenciado en Educación.

- 1 Mejorar el formato.
- 2 Hay muchos tipos de letra.
- 3 Dice en ocasiones: “te sugerimos”, debería decir: “le sugerimos a usted”, no tutear.
- 4 Plantear objetivos en la misma guía del alumno.

Agradecemos su colaboración y participación

Nicolás Barrios Arraño, Camila González Quezada & Yasna Hurtado Lobos.

Rúbrica para experto “Optimización De La Propuesta Didáctica”

“LOS MATERIALES Y SUS PROPIEDADES”

Este instrumento tiene como finalidad optimización la propuesta didáctica basada principalmente en el estudio de “*Los Materiales y sus Propiedades*” en el marco del Seminario para optar al grado académico de Licenciada/o en Educación de Física y Matemática, por lo que solicitamos su opinión, en calidad de experto, para optimización esta propuesta pedagógica.

Instrucciones:

Luego de revisar las experiencias propuestas, responda según el siguiente criterio en el espacio asignado para cada indicador.

O= ÓPTIMO

S= SATISFACTORIO

B= BÁSICO

I= INSUFICIENTE

INDICADORES	Trabajo Práctico I Estados de la materia	Trabajo Práctico II Entre sólido y líquido	Trabajo Práctico III ¿Fluye o se rompe?	Trabajo Práctico IV Propiedades Mecánicas y Estructuras
1. La redacción y ortografía del trabajo práctico es apropiado para que el alumno comprenda lo que debe realizar.	B	B	B	S
2. Los resultados de aprendizajes esperados son propiciados por las actividades propuestas en el trabajo práctico.	O	S	S	S
3. El trabajo práctico permite fomentar las habilidades de pensamiento científico propuestas.	B	S	O	S
4. El trabajo práctico logra promover las actitudes descritas.	S	B	B	S
5. Los contenidos declarados para cada trabajo práctico, efectivamente son abordados en este.	S	O	O	B
6. Se evidencian las metodologías indagatorias ADI e IBM en el diseño de los trabajos prácticos.	B	O	S	S
7. En el trabajo práctico se refleja la estrategia didáctica denominada “Experiencias Discrepantes” (ExD)	S	B	B	S
8. La etapa I del trabajo práctico permite que	S	B	B	B

alumnos y alumnas evidencien que la ciencia es contextualizada, histórica y/o problemática en el tiempo y, que por lo tanto, cambia.				
9. Las preguntas y actividades planteadas en la etapa I, permiten identificar ideas previas sobre el fenómeno estudiando de los y las estudiantes.	B	S	S	B
10. Las preguntas orientadoras de la Etapa II, permiten que las y los alumnos planteen hipótesis y/o predicciones.	S	B	B	O
11. La actividad de profundización de la etapa II ayuda a que alumnas y alumnos comprueben o modifiquen sus hipótesis y/o predicciones.	S	B	S	B
12. Las indicaciones al docente, ayudan a que este pudiese, eventualmente, realizar el trabajo práctico sin problemas.	B	B	B	S

Observaciones: (Indique qué observaciones le haría a los trabajos prácticos)

Título Profesional: PROFESOR DE ESTADO EN FÍSICA Y MATEMÁTICA

Grado Máximo Académico: LICENCIADO EN EDUCACIÓN DE FÍSICA Y MATEMÁTICA

- Verificar ortografía y redacción. Hay errores sutiles, pero que podrían distraer el normal funcionamiento de la actividad.
- Creo que entre la etapa I, al pasar desde la contextualización del problema hasta la primera pregunta la transición no es evidente en algunos casos (ejemplo guía I). Debiese ser más explícito un párrafo previo a la pregunta, para que no parezca que la pregunta “aparece de la nada

Agradecemos su colaboración y participación

Nicolás Barrios Arraño, Camila González Quezada & Yasna Hurtado Lobos.

Rúbrica para experto “Optimización De La Propuesta Didáctica”

“LOS MATERIALES Y SUS PROPIEDADES”

Este instrumento tiene como finalidad optimización la propuesta didáctica basada principalmente en el estudio de “*Los Materiales y sus Propiedades*” en el marco del Seminario para optar al grado académico de Licenciada/o en Educación de Física y Matemática, por lo que solicitamos su opinión, en calidad de experto, para optimización esta propuesta pedagógica.

Instrucciones:

Luego de revisar las experiencias propuestas, responda según el siguiente criterio en el espacio asignado para cada indicador.

O= ÓPTIMO

S= SATISFACTORIO

B= BÁSICO

I= INSUFICIENTE

INDICADORES	Trabajo Práctico I Estados de la materia	Trabajo Práctico II Entre sólido y líquido	Trabajo Práctico III ¿Fluye o se rompe?	Trabajo Práctico IV Propiedades Mecánicas y Estructuras
1. La redacción y ortografía del trabajo práctico es apropiado para que el alumno comprenda lo que debe realizar.	S	S	S	S
2. Los resultados de aprendizajes esperados son propiciados por las actividades propuestas en el trabajo práctico.	S	S	S	S
3. El trabajo práctico permite fomentar las habilidades de pensamiento científico propuestas.	S	S	S	S
4. El trabajo práctico logra promover las actitudes descritas.	O	O	O	O
5. Los contenidos declarados para cada trabajo práctico, efectivamente son abordados en este.	O	O	O	O
6. Se evidencian las metodologías indagatorias ADI e IBM en el diseño de los trabajos prácticos.	O	O	O	O
7. En el trabajo práctico se refleja la estrategia didáctica denominada “Experiencias Discrepantes” (ExD)	O	O	O	O
8. La etapa I del trabajo práctico permite que	O	O	O	O

alumnos y alumnas evidencien que la ciencia es contextualizada, histórica y/o problemática en el tiempo y, que por lo tanto, cambia.				
9. Las preguntas y actividades planteadas en la etapa I, permiten identificar ideas previas sobre el fenómeno estudiando de los y las estudiantes.	O	O	O	O
10. Las preguntas orientadoras de la Etapa II, permiten que las y los alumnos planteen hipótesis y/o predicciones.	O	O	O	O
11. La actividad de profundización de la etapa II ayuda a que alumnas y alumnos comprueben o modifiquen sus hipótesis y/o predicciones.	O	O	O	O
12. Las indicaciones al docente, ayudan a que este pudiese, eventualmente, realizar el trabajo práctico sin problemas.	O	O	O	O

Observaciones: (Indique qué observaciones le haría a los trabajos prácticos)

Título Profesional: Profesor de estado en Física y Matemática

Grado Máximo Académico: Licenciado en Educación

Considero que es importante que los estudiantes tengan claridad sobre algunos conceptos que se encuentran presentes en cada uno de los trabajos prácticos con el fin de no desviar los objetivos de la actividad.

Solo por nombrar algunos, y a modo general, las actividades utilizan conceptos como:

Átomos, moléculas, macromoléculas, polímeros, elementos, estructura interna de la materia, modelo, fluido no newtoniano, viscosidad, esfuerzos de corte, fuerzas tangenciales, etc...

Si bien pueden ser contenidos ya estudiados, y que en "teoría" el alumno ya posee a su haber, considero que es fundamental para que el método sea exitoso que los estudiantes entiendan lo que leen y para ello es necesario que los conceptos que se encuentran presentes en cada actividad sean de su total conocimiento. De otro modo la actividad estará centrada en responder dudas como ¿Qué significa X?, ¿Qué significa Y? lo cual puede tener como consecuencia el fracaso de la de los objetivos planteados de la actividad.

Finalmente faltan referencias. Solo existe una, en el primer capítulo, la cual corresponde a un libro de Física para ingenierías. La Física es una sola, está bien, pero sería enriquecedor complementar con literatura anexada al nivel en cuestión.

Agradecemos su colaboración y participación

Nicolás Barrios Arraño, Camila González Quezada & Yasna Hurtado Lobos.

Anexos 4: Tablas de Datos Experto

INDICADORES	TRABAJO PRÁCTICO I: Los Estados de la Materia						$\bar{X}$
	EXPERTO 1	EXPERTO 2	EXPERTO 3	EXPERTO 4	EXPERTO 5	EXPERTO 6	
1. La redacción y ortografía del trabajo práctico es apropiado para que el alumno comprenda lo que debe realizar.	3	3	2	3	1	2	2,2
2. Los resultados de aprendizajes esperados son propiciados por las actividades propuestas en el trabajo práctico.	3	3	3	2	3	2	2,8
3. El trabajo práctico permite fomentar las habilidades de pensamiento científico propuestas.	3	3	3	3	1	2	2,4
4. El trabajo práctico logra promover las actitudes descritas.	3	3	3	2	2	3	2,8
5. Los contenidos declarados para cada trabajo práctico, efectivamente son abordados en este.	3	3	2	3	2	3	2,6
6. Se evidencia la metodología indagatoria e indagatoria basada en la modelización en el diseño de los trabajos prácticos.	2	3	3	2	1	3	2,4
7. En el trabajo práctico se refleja la estrategia didáctica denominada "Experiencias Discrepantes" (ExD)	2	3	2	2	2	3	2,4
8. La etapa I del trabajo práctico permite que alumnos y alumnas evidencien que la ciencia es contextualizada, histórica y/o problemática en el tiempo y, que por lo tanto, cambia.	3	3	3	3	2	3	2,8
9. Las preguntas y actividades planteadas en la etapa I, permiten identificar ideas previas sobre el fenómeno estudiando de los y las estudiantes.	3	3	3	2	1	3	2,6
10. Las preguntas orientadoras de la Etapa II, permiten que las y los alumnos planteen hipótesis y/o predicciones.	3	3	2	3	2	3	2,6
11. La actividad de profundización de la etapa II ayuda a que alumnas y alumnos comprueben o modifiquen sus hipótesis y/o predicciones.	2	3	3	2	2	3	2,6
12. Las indicaciones al docente, ayudan a que este pudiese, eventualmente, realizar el trabajo práctico sin problemas.	2	3	3	3	1	3	2,4
Promedio	2,7	3,0	2,7	2,5	1,7	2,8	

Tabla 15: Evaluación por Experto Trabajo Práctico I: Estados de la Materia

TRABAJO PRÁCTICO II: Entre Sólido y Líquido							
INDICADORES	EXPERTO 1	EXPERTO 2	EXPERTO 3	EXPERTO 4	EXPERTO 5	EXPERTO 6	$\bar{X}$
1. La redacción y ortografía del trabajo práctico es apropiado para que el alumno comprenda lo que debe realizar.	2	3	3	3	1	2	2,2
2. Los resultados de aprendizajes esperados son propiciados por las actividades propuestas en el trabajo práctico.	2	3	3	2	2	2	2,4
3. El trabajo práctico permite fomentar las habilidades de pensamiento científico propuestas.	2	3	3	3	2	2	2,4
4. El trabajo práctico logra promover las actitudes descritas.	2	3	3	3	1	3	2,4
5. Los contenidos declarados para cada trabajo práctico, efectivamente son abordados en este.	2	3	3	3	3	3	2,8
6. Se evidencia la metodología indagatoria e indagatoria basada en la modelización en el diseño de los trabajos prácticos.	3	3	3	2	3	3	3,0
7. En el trabajo práctico se refleja la estrategia didáctica denominada "Experiencias Discrepantes" (ExD)	3	3	3	2	1	3	2,6
8. La etapa I del trabajo práctico permite que alumnos y alumnas evidencien que la ciencia es contextualizada, histórica y/o problemática en el tiempo y, que por lo tanto, cambia.	1	3	3	3	1	3	2,2
9. Las preguntas y actividades planteadas en la etapa I, permiten identificar ideas previas sobre el fenómeno estudiando de los y las estudiantes.	2	3	3	3	2	3	2,6
10. Las preguntas orientadoras de la Etapa II, permiten que las y los alumnos planteen hipótesis y/o predicciones.	2	3	3	3	1	3	2,4
11. La actividad de profundización de la etapa II ayuda a que alumnas y alumnos comprueben o modifiquen sus hipótesis y/o predicciones.	3	3	3	2	1	3	2,6
12. Las indicaciones al docente, ayudan a que este pudiese, eventualmente, realizar el trabajo práctico sin problemas.	3	3	3	3	1	3	2,6
Promedio	2,3	3,0	3,0	2,7	1,6	2,8	

Tabla 16: Evaluación por Experto Trabajo Práctico II: Entre Sólido y Líquido

TRABAJO PRÁCTICO III: ¿Fluye o se Rompe?							
INDICADORES	EXPERTO 1	EXPERTO 2	EXPERTO 3	EXPERTO 4	EXPERTO 5	EXPERTO 6	$\bar{X}$
1. La redacción y ortografía del trabajo práctico es apropiado para que el alumno comprenda lo que debe realizar.	2	3	3	3	1	2	2,2
2. Los resultados de aprendizajes esperados son propiciados por las actividades propuestas en el trabajo práctico.	3	3	3	3	2	2	2,6
3. El trabajo práctico permite fomentar las habilidades de pensamiento científico propuestas.	2	3	3	3	3	2	2,6
4. El trabajo práctico logra promover las actitudes descritas.	2	3	3	3	1	3	2,4
5. Los contenidos declarados para cada trabajo práctico, efectivamente son abordados en este.	1	3	3	3	3	3	2,6
6. Se evidencia la metodología indagatoria e indagatoria basada en la modelización en el diseño de los trabajos prácticos.	3	3	3	2	2	3	2,8
7. En el trabajo práctico se refleja la estrategia didáctica denominada "Experiencias Discrepantes" (ExD)	3	3	3	2	1	3	2,6
8. La etapa I del trabajo práctico permite que alumnos y alumnas evidencien que la ciencia es contextualizada, histórica y/o problemática en el tiempo y, que por lo tanto, cambia.	1	3	3	3	1	3	2,2
9. Las preguntas y actividades planteadas en la etapa I, permiten identificar ideas previas sobre el fenómeno estudiando de los y las estudiantes.	3	3	3	2	2	3	2,8
10. Las preguntas orientadoras de la Etapa II, permiten que las y los alumnos planteen hipótesis y/o predicciones.	2	3	3	3	1	3	2,4
11. La actividad de profundización de la etapa II ayuda a que alumnas y alumnos comprueben o modifiquen sus hipótesis y/o predicciones.	2	3	3	3	2	3	2,6
12. Las indicaciones al docente, ayudan a que este pudiese, eventualmente, realizar el trabajo práctico sin problemas.	3	3	3	3	1	3	2,6
Promedio	2,3	3,0	3,0	2,8	1,7	2,8	

Tabla 17: Evaluación por Experto Trabajo Práctico III: ¿Fluye o se rompe?

TRABAJO PRÁCTICO IV: Propiedades Mecánicas y Estructuras							
INDICADORES	EXPERTO 1	EXPERTO 2	EXPERTO 3	EXPERTO 4	EXPERTO 5	EXPERTO 6	$\bar{X}$
1. La redacción y ortografía del trabajo práctico es apropiado para que el alumno comprenda lo que debe realizar.	2	3	3	3	1	2	2,2
2. Los resultados de aprendizajes esperados son propiciados por las actividades propuestas en el trabajo práctico.	3	3	3	2	2	2	2,6
3. El trabajo práctico permite fomentar las habilidades de pensamiento científico propuestas.	2	3	3	3	3	2	2,6
4. El trabajo práctico logra promover las actitudes descritas.	2	3	3	3	1	3	2,4
5. Los contenidos declarados para cada trabajo práctico, efectivamente son abordados en este.	1	3	3	3	3	3	2,6
6. Se evidencia la metodología indagatoria e indagatoria basada en la modelización en el diseño de los trabajos prácticos.	3	3	3	3	2	3	2,8
7. En el trabajo práctico se refleja la estrategia didáctica denominada "Experiencias Discrepantes" (ExD)	3	3	3	2	1	3	2,6
8. La etapa I del trabajo práctico permite que alumnos y alumnas evidencien que la ciencia es contextualizada, histórica y/o problemática en el tiempo y, que por lo tanto, cambia.	1	3	3	3	1	3	2,2
9. Las preguntas y actividades planteadas en la etapa I, permiten identificar ideas previas sobre el fenómeno estudiando de los y las estudiantes.	3	3	3	2	2	3	2,8
10. Las preguntas orientadoras de la Etapa II, permiten que las y los alumnos planteen hipótesis y/o predicciones.	2	3	3	3	1	3	2,4
11. La actividad de profundización de la etapa II ayuda a que alumnas y alumnos comprueben o modifiquen sus hipótesis y/o predicciones.	2	3	3	3	2	3	2,6
12. Las indicaciones al docente, ayudan a que este pudiese, eventualmente, realizar el trabajo práctico sin problemas.	3	3	3	3	1	3	2,6
Promedio	2,3	3,0	3,0	2,8	1,7	2,8	

Tabla 18: Evaluación por Experto Trabajo Práctico IV: Propiedades Mecánicas y Estructuras

Anexo 5: Promedio de cada indicador por Trabajo Práctico	PROMEDIO DE CADA INDICADOR POR TRABAJO PRÁCTICO				
INDICADORES	Trabajo Práctico I: Estados de la Materia	Trabajo Práctico II: Entre Sólido y Líquido	Trabajo Práctico III: ¿Fluye o se Rompe?	Trabajo Práctico IV: Propiedades Mecánicas y Estructuras	$\bar{x}$
1. La redacción y ortografía del trabajo práctico es apropiado para que el alumno comprenda lo que debe realizar.	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3
2. Los resultados de aprendizajes esperados son propiciados por las actividades propuestas en el trabajo práctico.	2,7	2,3	2,7	2,5	2,5
3. El trabajo práctico permite fomentar las habilidades de pensamiento científico propuestas.	2,5	2,5	2,7	2,7	2,6
4. El trabajo práctico logra promover las actitudes descritas.	2,7	2,5	2,5	2,5	2,5
5. Los contenidos declarados para cada trabajo práctico, efectivamente son abordados en este.	2,7	2,8	2,7	2,7	2,7
6. Se evidencia la metodología indagatoria e indagatoria basada en la modelización en el diseño de los trabajos prácticos.	2,3	2,8	2,7	2,8	2,7
7. En el trabajo práctico se refleja la estrategia didáctica denominada “Experiencias Discrepantes” (ExD)	2,3	2,5	2,5	2,5	2,5
8. La etapa I del trabajo práctico permite que alumnos y alumnas evidencien que la ciencia es contextualizada, histórica y/o problemática en el tiempo y, que por lo tanto, cambia.	2,8	2,3	2,3	2,3	2,5
9. Las preguntas y actividades planteadas en la etapa I, permiten identificar ideas previas sobre el fenómeno estudiando de los y las estudiantes.	2,5	2,7	2,7	2,7	2,6
10. Las preguntas orientadoras de la Etapa II, permiten que las y los alumnos planteen hipótesis y/o predicciones.	2,7	2,5	2,5	2,5	2,5
11. La actividad de profundización de la etapa II ayuda a que alumnas y alumnos comprueben o modifiquen sus hipótesis y/o predicciones.	2,5	2,5	2,7	2,7	2,6
12. Las indicaciones al docente, ayudan a que este pudiese, eventualmente, realizar el trabajo práctico sin problemas.	2,5	2,7	2,7	2,7	2,6

Tabla 19: Promedio de cada indicador por Trabajo Práctico

Anexo 6: Cuestionarios de Opinión sobre la Propuesta Didáctica

Ítems	PROMEDIOS DE OPINIONES ALUMNAS 8° E.B.	
	Antes de Implementar	Después de Implementar
1. Participo con gran motivación en las actividades de la clase de Ciencias Naturales.	3	4
2. Pienso que la Ciencia es divertida.	2	4
3. Considero que la Ciencia es útil para entender fenómenos de la cotidianidad.	2	5
4. Cuando me solicitan realizar una actividad en Ciencias, realizo la petición de mi Profesor o Profesora de inmediato.	2	3
5. Puedo explicar fenómenos científicamente con facilidad.	2	4
6. Puedo establecer hipótesis coherentes para explicar fenómenos de la Ciencia.	2	3
7. Puedo argumentar basado en pruebas científicas.	2	3
8. Puedo desarrollar planes de trabajo para probar o refutar hipótesis.	2	3
9. Puedo argumentar basado en pruebas científicas.	2	3
10. Si un compañero o el profesor me da una explicación de un fenómeno, me preocupo por relacionarlo con situaciones similares.	3	4
11. Soy capaz de elaborar conclusiones enriquecidas con las opiniones de mis compañeros.	3	4

Tabla 20: Promedios de Opiniones Alumnas 8° E.B antes y después de la implementación.

Anexo 7: Rúbricas de Evaluación del Alumnado

Evaluación Trabajo Práctico

Este instrumento tiene como finalidad validar y evaluar la propuesta didáctica “Los materiales y sus propiedades” para su posterior optimización en el marco del Seminario de Grado para optar al grado académico de Licenciado/a en educación de física y matemática, por lo que solicitamos su opinión, que será fundamental para validar esta propuesta pedagógica.

Instrucciones:

En cada uno de los siguientes ítems, marque con una X considerando la frecuencia con la que usted presenta el aseveración:

Ítems	Nunca	Casi Nunca	A veces	Casi Siempre	Siempre
I. Respecto al Trabajo Práctico					
1. Las instrucciones generales me facilitaron el desarrollo del trabajo práctico.					X
2. La etapa I del trabajo práctico I, II, III y IV fue contextualizada y me permitió identificar mis ideas previas.					X
3. Los materiales que me entregaron o utilicé permitieron explorar para saber lo que debía aprender.					X
4. La etapa II ayudó a que comprendieras el fenómeno estudiado en el trabajo práctico I, II, III y IV.					X
5. Los materiales utilizados en la Etapa II fueron fáciles de manipular y contribuyeron a que entendieras el fenómeno del trabajo práctico I, II, III y IV estudiando.					X
Respecto de las Actitudes					
6. El trabajo práctico I, II, III y IV me permitió					X

trabajar en forma colaborativa.					
7. Trabajé en forma cuidadosa y segura durante el trabajo práctico I, II, III y IV para entender el contenido abordado en él.					X
8. Respete y escuche las opiniones de otros y eso contribuyó en mi aprendizaje.				X	
9. Me interesé en comprender el fenómeno del trabajo práctico I, II, III y IV estudiado.					X
Respecto de Habilidades de Pensamiento Científico					
10. Expliqué científicamente el fenómeno del trabajo práctico I, II, III, IV utilizando modelos explicativos y/o representaciones (dibujos, mapas conceptuales, entre otros)					X
11. Realicé predicciones justificadamente respecto al fenómeno estudiado en el trabajo práctico I, II, III y IV.				X	
12. Generé hipótesis explicativas fundamentadas científicamente que permite explicar el fenómeno ocurrido en el trabajo práctico I, II, III y IV.					X
13. Fui capaz de realizar preguntas dirigidas al trabajo práctico que me proporcionar información científica para entender el fenómeno del trabajo práctico I, II, III y IV.					X
14. Analicé e interpreté lo observado en el trabajo práctico I, II, III y IV para obtener conclusiones apropiadas.					X
15. Relacioné lo aprendido en el trabajo práctico I, II, III y IV en un contexto cotidiano.					X

Evaluación Trabajo Práctico

Este instrumento tiene como finalidad validar y evaluar la propuesta didáctica "Los materiales y sus propiedades" para su posterior optimización en el marco del Seminario de Grado para optar al grado académico de Licenciado/a en educación de física y matemática, por lo que solicitamos su opinión, que será fundamental para validar esta propuesta pedagógica.

Instrucciones:

En cada uno de los siguientes ítems, marque con una X considerando la frecuencia con la que usted presenta el aseveración:

Ítems	Nunca	Casi Nunca	A veces	Casi Siempre	Siempre
I. Respecto al Trabajo Práctico					
1. Las instrucciones generales me facilitaron el desarrollo del trabajo práctico.					X
2. La etapa I del trabajo práctico I, II, III y IV fue contextualizada y me permitió identificar mis ideas previas.					X
3. Los materiales que me entregaron o utilicé permitieron explorar para saber lo que debía aprender.					X
4. La etapa II ayudó a que comprendieras el fenómeno estudiado en el trabajo práctico I, II, III y IV.					X
5. Los materiales utilizados en la Etapa II fueron fáciles de manipular y contribuyeron a que entendieras el fenómeno del trabajo práctico I, II, III y IV estudiando.					X
Respecto de las Actitudes					
6. El trabajo práctico I, II, III y IV me permitió					X

Lider.

trabajar en forma colaborativa.					
7. Trabajé en forma cuidadosa y segura durante el trabajo práctico I, II, III y IV para entender el contenido abordado en él.					X
8. Respete y escuche las opiniones de otros y eso contribuyó en mi aprendizaje.				X	
9. Me interesé en comprender el fenómeno del trabajo práctico I, II, III y IV estudiado.					X
Respecto de Habilidades de Pensamiento Científico					
10. Explicué científicamente el fenómeno del trabajo práctico I, II, III, IV utilizando modelos explicativos y/o representaciones (dibujos, mapas conceptuales, entre otros)					X
11. Realicé predicciones justificadamente respecto al fenómeno estudiado en el trabajo práctico I, II, III y IV.				X	
12. Generé hipótesis explicativas fundamentadas científicamente que permite explicar el fenómeno ocurrido en el trabajo práctico I, II, III y IV.					X
13. Fui capaz de realizar preguntas dirigidas al trabajo práctico que me proporcionar información científica para entender el fenómeno del trabajo práctico I, II, III y IV.					X
14. Analicé e interpreté lo observado en el trabajo práctico I, II, III y IV para obtener conclusiones apropiadas.					X
15. Relacioné lo aprendido en el trabajo práctico I, II, III y IV en un contexto cotidiano.					X

Evaluación Trabajo Práctico

Este instrumento tiene como finalidad validar y evaluar la propuesta didáctica “Los materiales y sus propiedades” para su posterior optimización en el marco del Seminario de Grado para optar al grado académico de Licenciado/a en educación de física y matemática, por lo que solicitamos su opinión, que será fundamental para validar esta propuesta pedagógica.

Instrucciones:

En cada uno de los siguientes ítems, marque con una X considerando la frecuencia con la que usted presenta el aseveración:

Ítems	Nunca	Casi Nunca	A veces	Casi Siempre	Siempre
I. Respecto al Trabajo Práctico					
1. Las instrucciones generales me facilitaron el desarrollo del trabajo práctico.					X
2. La etapa I del trabajo práctico I, II, III y IV fue contextualizada y me permitió identificar mis ideas previas.					X
3. Los materiales que me entregaron o utilicé permitieron explorar para saber lo que debía aprender.					X
4. La etapa II ayudó a que comprendieras el fenómeno estudiado en el trabajo práctico I, II, III y IV.					X
5. Los materiales utilizados en la Etapa II fueron fáciles de manipular y contribuyeron a que entendieras el fenómeno del trabajo práctico I, II, III y IV estudiando.					X
Respecto de las Actitudes					
6. El trabajo práctico I, II, III y IV me permitió					X

trabajar en forma colaborativa.					
7. Trabajé en forma cuidadosa y segura durante el trabajo práctico I, II, III y IV para entender el contenido abordado en él.					X
8. Respete y escuche las opiniones de otros y eso contribuyó en mi aprendizaje.				X	
9. Me interesé en comprender el fenómeno del trabajo práctico I, II, III y IV estudiado.					X
Respecto de Habilidades de Pensamiento Científico					
10. Explicué científicamente el fenómeno del trabajo práctico I, II, III, IV utilizando modelos explicativos y/o representaciones (dibujos, mapas conceptuales, entre otros)					X
11. Realicé predicciones justificadamente respecto al fenómeno estudiado en el trabajo práctico I, II, III y IV.				X	
12. Generé hipótesis explicativas fundamentadas científicamente que permite explicar el fenómeno ocurrido en el trabajo práctico I, II, III y IV.					X
13. Fui capaz de realizar preguntas dirigidas al trabajo práctico que me proporcionar información científica para entender el fenómeno del trabajo práctico I, II, III y IV.		X			
14. Analicé e interpreté lo observado en el trabajo práctico I, II, III y IV para obtener conclusiones apropiadas.					X
15. Relacioné lo aprendido en el trabajo práctico I, II, III y IV en un contexto cotidiano.					X

Evaluación Trabajo Práctico

Este instrumento tiene como finalidad validar y evaluar la propuesta didáctica "Los materiales y sus propiedades" para su posterior optimización en el marco del Seminario de Grado para optar al grado académico de Licenciado/a en educación de física y matemática, por lo que solicitamos su opinión, que será fundamental para validar esta propuesta pedagógica.

Instrucciones:

En cada uno de los siguientes ítems, marque con una X considerando la frecuencia con la que usted presenta el aseveración:

Ítems	Nunca	Casi Nunca	A veces	Casi Siempre	Siempre
I. Respecto al Trabajo Práctico					
1. Las instrucciones generales me facilitaron el desarrollo del trabajo práctico.					X
2. La etapa I del trabajo práctico I, II, III y IV fue contextualizada y me permitió identificar mis ideas previas.					X
3. Los materiales que me entregaron o utilicé permitieron explorar para saber lo que debía aprender.					X
4. La etapa II ayudó a que comprendieras el fenómeno estudiado en el trabajo práctico I, II, III y IV.					X
5. Los materiales utilizados en la Etapa II fueron fáciles de manipular y contribuyeron a que entendieras el fenómeno del trabajo práctico I, II, III y IV estudiando.					X
Respecto de las Actitudes					
6. El trabajo práctico I, II, III y IV me permitió					X

trabajar en forma colaborativa.					
7. Trabajé en forma cuidadosa y segura durante el trabajo práctico I, II, III y IV para entender el contenido abordado en él.					X
8. Respete y escuche las opiniones de otros y eso contribuyó en mi aprendizaje.				X	
9. Me interesé en comprender el fenómeno del trabajo práctico I, II, III y IV estudiado.					X
Respecto de Habilidades de Pensamiento Científico					
10. Explicué científicamente el fenómeno del trabajo práctico I, II, III, IV utilizando modelos explicativos y/o representaciones (dibujos, mapas conceptuales, entre otros)					X
11. Realicé predicciones justificadamente respecto al fenómeno estudiado en el trabajo práctico I, II, III y IV.				X	
12. Generé hipótesis explicativas fundamentadas científicamente que permite explicar el fenómeno ocurrido en el trabajo práctico I, II, III y IV.					X
13. Fui capaz de realizar preguntas dirigidas al trabajo práctico que me proporcionar información científica para entender el fenómeno del trabajo práctico I, II, III y IV.		X			
14. Analicé e interpreté lo observado en el trabajo práctico I, II, III y IV para obtener conclusiones apropiadas.					X
15. Relacioné lo aprendido en el trabajo práctico I, II, III y IV en un contexto cotidiano.					X

Evaluación Trabajo Práctico

Este instrumento tiene como finalidad validar y evaluar la propuesta didáctica “Los materiales y sus propiedades” para su posterior optimización en el marco del Seminario de Grado para optar al grado académico de Licenciado/a en educación de física y matemática, por lo que solicitamos su opinión, que será fundamental para validar esta propuesta pedagógica.

Instrucciones:

En cada uno de los siguientes ítems, marque con una X considerando la frecuencia con la que usted presenta el aseveración:

Ítems	Nunca	Casi Nunca	A veces	Casi Siempre	Siempre
I. Respecto al Trabajo Práctico					
1. Las instrucciones generales me facilitaron el desarrollo del trabajo práctico.					X
2. La etapa I del trabajo práctico I, II, III y IV fue contextualizada y me permitió identificar mis ideas previas.					X
3. Los materiales que me entregaron o utilicé permitieron explorar para saber lo que debía aprender.					X
4. La etapa II ayudó a que comprendieras el fenómeno estudiado en el trabajo práctico I, II, III y IV.					X
5. Los materiales utilizados en la Etapa II fueron fáciles de manipular y contribuyeron a que entendieras el fenómeno del trabajo práctico I, II, III y IV estudiando.					X
Respecto de las Actitudes					
6. El trabajo práctico I, II, III y IV me permitió					X

trabajar en forma colaborativa.					
7. Trabajé en forma cuidadosa y segura durante el trabajo práctico I, II, III y IV para entender el contenido abordado en él.					X
8. Respete y escuche las opiniones de otros y eso contribuyó en mi aprendizaje.				X	
9. Me interesé en comprender el fenómeno del trabajo práctico I, II, III y IV estudiado.					
Respecto de Habilidades de Pensamiento Científico					
10. Explicué científicamente el fenómeno del trabajo práctico I, II, III, IV utilizando modelos explicativos y/o representaciones (dibujos, mapas conceptuales, entre otros)					X
11. Realicé predicciones justificadamente respecto al fenómeno estudiado en el trabajo práctico I, II, III y IV.				X	
12. Generé hipótesis explicativas fundamentadas científicamente que permite explicar el fenómeno ocurrido en el trabajo práctico I, II, III y IV.					X
13. Fui capaz de realizar preguntas dirigidas al trabajo práctico que me proporcionar información científica para entender el fenómeno del trabajo práctico I, II, III y IV.	X				
14. Analicé e interpreté lo observado en el trabajo práctico I, II, III y IV para obtener conclusiones apropiadas.					X
15. Relacioné lo aprendido en el trabajo práctico I, II, III y IV en un contexto cotidiano.					X

Evaluación Trabajo Práctico

Este instrumento tiene como finalidad validar y evaluar la propuesta didáctica "Los materiales y sus propiedades" para su posterior optimización en el marco del Seminario de Grado para optar al grado académico de Licenciado/a en educación de física y matemática, por lo que solicitamos su opinión, que será fundamental para validar esta propuesta pedagógica.

Instrucciones:

En cada uno de los siguientes ítems, marque con una X considerando la frecuencia con la que usted presenta el aseveración:

Ítems	Nunca	Casi Nunca	A veces	Casi Siempre	Siempre
I. Respecto al Trabajo Práctico					
1. Las instrucciones generales me facilitaron el desarrollo del trabajo práctico.			X		
2. La etapa I del trabajo práctico I, II, III y IV fue contextualizada y me permitió identificar mis ideas previas.					X
3. Los materiales que me entregaron o utilicé permitieron explorar para saber lo que debía aprender.					X
4. La etapa II ayudó a que comprendieras el fenómeno estudiado en el trabajo práctico I, II, III y IV.					X
5. Los materiales utilizados en la Etapa II fueron fáciles de manipular y contribuyeron a que entendieras el fenómeno del trabajo práctico I, II, III y IV estudiando.					X
Respecto de las Actitudes					
6. El trabajo práctico I, II, III y IV me permitió					X

Gestor de tiempo.

trabajar en forma colaborativa.						
7. Trabajé en forma cuidadosa y segura durante el trabajo práctico I, II, III y IV para entender el contenido abordado en él.						X
8. Respete y escuche las opiniones de otros y eso contribuyó en mi aprendizaje.				X		
9. Me interesé en comprender el fenómeno del trabajo práctico I, II, III y IV estudiado.						X
Respecto de Habilidades de Pensamiento Científico						
10. Expliqué científicamente el fenómeno del trabajo práctico I, II, III, IV utilizando modelos explicativos y/o representaciones (dibujos, mapas conceptuales, entre otros)						X
11. Realicé predicciones justificadamente respecto al fenómeno estudiado en el trabajo práctico I, II, III y IV.				X		
12. Generé hipótesis explicativas fundamentadas científicamente que permite explicar el fenómeno ocurrido en el trabajo práctico I, II, III y IV.						X
13. Fui capaz de realizar preguntas dirigidas al trabajo práctico que me proporcionar información científica para entender el fenómeno del trabajo práctico I, II, III y IV.	X					
14. Analicé e interpreté lo observado en el trabajo práctico I, II, III y IV para obtener conclusiones apropiadas.						X
15. Relacioné lo aprendido en el trabajo práctico I, II, III y IV en un contexto cotidiano.						X

I. Respetto al Trabajo Práctico	
Ítems	Promedio
1. Las instrucciones generales me facilitaron el desarrollo del trabajo práctico.	4,7
2. La etapa I del trabajo práctico fue contextualizada y me permitió identificar mis ideas previas.	5,0
3. Los materiales que me entregaron o utilicé permitieron explorar para saber si.	5,0
4. La etapa II ayudó a que comprendieras el fenómeno estudiado.	5,0
5. Los matariales utilizados en la Etapa II fueron fáciles de manipular y contribuyeron a que entendieras el fenómeno estudiando.	5,0
Promedio	4,9
Respetto de las Actitudes	
Ítems	Promedio
6. El trabajo práctico me permitió trabajar en forma colaborativa.	5,0
7. Trabajé en forma cuidadosa y segura durante el trabajo práctico para entender	5,0
8. Respete y escuche las opiniones de otros y eso contribuyó en mi aprendizaje.	4,0
9. Me interesé en comprender el fenómeno estudiado.	5,0
Promedio	4,7
Respetto de Habilidades de Pensamiento Científico	
Ítems	Promedio
10. Expliqué científicamente el fenómeno utilizando modelos explicativos y/o representaciones (dibujos, mapas conceptuales, entre otros).	5,0
11. Realicé predicciones justificadamente respecto al fenómeno estudiado.	4,0
12. Generé hipótesis explicativas fundamentadas científicamente que permite explicar el fenómeno ocurrido.	5,0
13. Fui capaz de realizar preguntas dirigidas al trabajo práctico que me proporcionar información científica para entender el fenómeno.	2,7
14. Analicé e interpreté lo observado en el trabajo práctico para obtener conclusiones apropiadas.	5,0
15. Relacioné lo aprendido en el trabajo práctico en un contexto cotidiano.	5,0
Promedio	4,4

Tabla 21: Evaluación de la Propuesta Didáctica según Estudiantes de 8° E.B.

Anexo 8: Notas de Campo de los investigadores

Investigador 1:

En general, al momento de comenzar a construir los trabajos prácticos, fue difícil imaginar un hilo conductor, ya que creía que todos los temas a tratar eran muy aislados, sin embargo, a medida que comenzamos a leer y en las reuniones con el profesor Francisco, cada vez tomaba más sentido y coherencia los experimentos escogidos.

Si bien fue necesario agregar y quitar algunos materiales de estudio, considero que los seleccionados finalmente para el Seminario fueron muy bien escogidos, pues tienen continuidad.

Otro aspecto a considerar fue la manipulación de los objetos, que es fundamental para que los estudiantes se acerquen a la creación de su propio conocimiento, ya que al manipularlos, son capaces de darse cuenta, en primera persona, qué es lo que ocurre o del fenómeno que se presenta. Es por esto que buscamos analogías y modelos para la construcción de los trabajos prácticos, los que son utilizados tanto en las etapas II como en la etapa de formalización.

En cuanto al trabajo práctico 1, debido a que es el primero de la unidad, considero que es bueno mencionar lo que había antes de lo que conocemos actualmente, lo es la concepción que hay de los estados. Siento que esta actividad motiva realmente a los estudiantes a razonar sobre lo que se aprende en el colegio, y por qué no, indagar un poco más sobre ciertos temas. Esto los convoca a pensar que la ciencia, en algún momento fue diferente, por lo que se puede evidenciar que esta va cambiando.

Lo que nos llevó más tiempo fue pensar en un modelo que sea capaz de presentar un sólido, un líquido y un gas, por lo que al momento de crearlo, todo fue más fácil de evidenciar para el trabajo 1.

En el trabajo práctico 2, se contextualizó con la playa, ya que hablaríamos de la arena, además considero que es un buen contexto, ya que la mayoría de la gente ha ido a la playa y sabrá de lo que estamos hablando.

Para este trabajo tuve primero que imaginar la situación, ya que en lo personal jamás me había preguntado si la arena era sólida o líquida, por lo que, cuando el profesor pregunto esto, lo primero que pensé fue que era sólida, sin embargo recordé que cuando hay mucho viento la arena me golpea, por lo que me causó duda.

En este trabajo práctico se ven conceptos que, según yo, tienen una mayor complejidad en comparación con el t.p anterior, por lo que los modelos deban ser acordes con el nivel del estudiantado para dejar claros los conceptos.

Considero que esto se logró, ya que los modelos y situaciones presentadas permiten evidenciar y apoyar lo que se está tratando de explicar.

El trabajo práctico 3 considero que fue el más complejo en cuanto a explicación o formalización, dado que aún hoy, no hay explicación para el fenómeno que presenta la maicena con agua.

En primera instancia nos dedicamos a jugar con la maicena y tratar de ver qué es lo que ocurría en diferentes situaciones, logrando captar cada vez más detalles, buscando información e incluso en charlas. Así fuimos comprendiendo que era lo que ocurría y logrando generar una hipótesis que es aceptada por el profesor.

En cuanto a los modelos o analogías para este trabajo, el profesor nos indicó que sería bueno ver en qué situaciones se rompía, por lo que la banda elástica calzo perfectamente para la evidenciación de “fluye o se rompe”.

Trabajo práctico 4, para este trabajo estuvimos mucho tiempo tratando de encontrar un material que nos sirviera para evidenciar la creación de macromolecular a partir de partículas, por lo que dedicamos bastante tiempo a pegar distintos tipos de hilo para lograrlo. Hasta que finalmente definimos que los globos son la manera más simple de evidenciar esto y que además no necesitamos de ningún otro material para pegarlo.

Creo que el hecho de utilizar globos acerca mucho a los estudiantes a la ciencia, ya que es un material que, generalmente, se utiliza para la diversión, por lo que enseñar algo con ellos resulta interesante.

Por otro lado, evidenciar que dos materiales que pueden ser sumamente diferentes, son hechos en base a lo mismo, que solo cambia el orden de sus átomos es algo muy sorprendente para los estudiantes.

Este trabajo viene a cerrar con la línea de estudio de los materiales y sus propiedades.

Investigador 2:

Trabajo práctico N°1

Al construir el trabajo práctico numero 1: los estados de la materia, pensamos en una unidad introductoria para la unidad didáctica que se realizaría a continuación.

Tanto el formato del trabajo práctico, los contenidos y los momentos didácticos, así como las indicaciones al docente del trabajo práctico fue cambiando a medida que se avanzaba en la investigación propuesta.

Respecto del trabajo práctico 1, estoy bastante satisfecho con el resultado obtenido en este. Se puede ver una secuencia didáctica que progresa conforme se va avanzando en esta, llena de ejemplos, analogías para poder simplificar al estudiante el estudio y al docente el desarrollo de los contenidos.

Si bien es cierto, el contenido que aborda la primera etapa del trabajo práctico es sencilla y más bien fue pensada para contextualizar y mostrar una ciencia que cambia con el tiempo, sirve además para introducir al estudiante a la metodología que se seguirá para trabajar en los trabajos posteriores.

El desafío más grande al diseñar este trabajo práctico fue el de idear un modelo de estado que representara a los 3, es decir, sólido, líquido y gas, de manera simple y considero que el modelo final es bastante eficaz para lograr lo anterior.

Al finalizar el diseño del trabajo práctico, encontramos que existía una cierta desconexión entre el contenido visto en este trabajo con los contenidos posteriores, por lo cual, y teniendo en cuenta el énfasis que pusimos en diferenciar los estados, decidimos complementar el trabajo, agregando una sesión más, enfocada en el estudio del sólido de Hooke y los fluidos newtonianos.

Con esto logramos una vinculación más suave con los contenidos a tratar en los trabajos posteriores y además formalizamos conceptos que generan experiencias discrepantes, como el concepto de viscosidad y su diferencia con la densidad.

La implementación de este trabajo práctico fue el más sencillo, ya que el nivel cualitativo de los contenidos y lo llamativo de cada uno de los modelos y experiencias utilizadas.

Trabajo práctico N°2

El trabajo práctico 2: entre sólido y líquido, fue el primer gran desafío desde el punto de vista de la didáctica utilizada y de los contenidos científicos a abordar. Nos requirió un gran esfuerzo el poder comprender todos los fenómenos involucrados en el comportamiento de un material granular, con y sin presencia de un líquido.

Conceptos como la tensión superficial, la capilaridad, o el comportamiento de un líquido con umbral tuvieron que ser estudiados a profundidad para poder primero entender el fenómeno de la arena húmeda, y posteriormente, poder explicarlo y llevarlo al nivel de los estudiantes de 8° EB.

Independiente de lo anterior, estoy ampliamente conforme con el trabajo práctico 2, creo que es el que se encuentra mejor diseñado de los 4, con una cantidad amplias de ejemplos, analogías y experimentos para poder comprender a profundidad todos los conceptos. Además las indicaciones al docente de este trabajo, son claras y poseen una gran cantidad de ejemplos.

La confección de este trabajo práctico llevo también un gran esfuerzo, buscando los mejores materiales para ejemplificar la idea y sobre todo, diseñando el mecanismo de alambre con la membrana de manera que se apreciara de manera clara la fuerza provocada por la tensión superficial.

Creo que este trabajo práctico logra una secuencia didáctica coherente con el objetivo de estudio del mismo, comenzando desde lo más simple, indagando y presentando en algunos casos experiencias discrepantes para despertar el interés de los estudiantes y motivarlos en todo el proceso de estudio. La secuencia didáctica, creada a partir de conocer la tensión superficial y ver los efectos que produce en un fluido para relacionarla con la capilaridad y luego este fenómeno con los enlaces producido entre las partículas de la arena en presencia de un líquido creo que es la mejor lograda de todos los trabajos prácticos.

A pesar de lo anterior, la implementación de este trabajo fue algo compleja ya que surgían muchas preguntas y debía tener un manejo correcto de los contenidos para poder explicar de mejor manera cada pregunta surgida.

Trabajo práctico N°3

El trabajo práctico n°3: ¿fluye o se rompe? fue el más desafiante desde el punto de vista científico, ya que el tema a abordar, es decir, los líquidos complejos (no newtonianos), tanto con umbral (plásticos), como visco-elásticos (dilatantes), no es un tema que había estudiado antes, solo conocía los conceptos de manera superficial, pero no había ahondado en el tema, por lo que realizar este trabajo tomó un extenso tiempo de estudio.

Además de lo anterior, el fenómeno del fluido visco-elástico formado por la mezcla de almidón de maíz con agua aún continúa siendo investigado, por lo que tuvimos que estudiar, recoger y descartar una serie de hipótesis para poder quedarnos con la más aceptada en la actualidad y crear una metodología para poder explicarla a los estudiantes fue un desafío muy difícil de realizar.

Creo que aún no estoy del todo conforme con el resultado de esta guía en particular, aunque hemos ido puliendo cada vez los conceptos y por sobre todo las explicaciones, pero aún pienso que faltan algunas experiencias que se podrían intercalar entre los momentos didácticos de la clase para facilitar la comprensión del fenómeno.

Aunque es verdad que esta experiencia es la más discrepante de todas a mi parecer, ya que un fluido visco-elástico se comporta de manera completamente contra intuitiva y su sola indagación es suficiente para poder despertar el interés de los estudiantes.

Algo de lo que me percaté en este trabajo práctico es que nos apresuramos en mostrar la experiencia más sorprendente de todas y luego las explicaciones se tornaban “fomes” comparadas con el fenómeno inicial.

Me explico. Creo que el fenómeno del almidón de maíz, y sobre todo el del almidón puesto en la banda elástica es muy interesante, pero no así la explicación (comparada con el fenómeno anterior).

Pienso que sería mejor realizar la explicación del fenómeno y la experimentación casi de forma paralela, para que los estudiantes no pierdan la motivación. Además creo que se hace muy necesario formalizar los contenidos cuando los estudiantes se encuentran interesados en este y motivar para que puedan comprender el fenómeno.

Creo que este trabajo práctico es el que más puede mejorar respecto de los otros y si se logra, se puede generar en los estudiantes un aprendizaje de la ciencia real y con contenido científico de calidad, pero que además sea muy divertido, y haga pensar a los estudiantes más allá de lo que se ve en los libros de clases.

Trabajo práctico N°4

El trabajo práctico 4: Propiedades mecánicas y su estructura, presentó un gran desafío en la analogía de polímeros principalmente, ya que fue de mucha dificultad encontrar un ejemplo que representara como cambian las propiedades mecánicas de los materiales al cambiar la estructura de las partículas.

Tuvimos que pasar por una serie de distintos materiales alargados que simularan una cadena de moléculas o polímeros, donde la mayor dificultad fue idear una forma de poder unir rápidamente dicho material, para crear una estructura estable versus las partículas desorganizadas.

Pienso que en el sentido anterior, el trabajo práctico 4 no solo cumple con este objetivo, sino que además lo presenta de una manera lúdica, donde existe una gran gama de posibilidades en cuanto a las estructuras que se pueden crear.

Pienso que este trabajo práctico es el más simple de los 4 en cuanto a contenido científico duro, pero a su vez es el que mejor ejemplifica los conceptos que se estudian, pudiendo comprender como algunas propiedades mecánicas como la resistencia o elasticidad cambian notablemente cuando se crean diferentes estructuras con la misma cantidad de moléculas y en el caso del modelo, globos.

Este trabajo práctico es el que más me entretuvo desde el punto de vista de su creación, ya que pude desplegar toda mi imaginación para poder crear una forma distinta y muy entretenida de enseñar un concepto que es tan teórico y que muchas veces implica solo la memorización, como es el caso de las propiedades mecánicas de los materiales.

Las 2 veces que implementé este trabajo práctico ocurrió el mismo resultado: las y los estudiantes se entretuvieron y se vieron atraídos inmediatamente por la experiencia.

El solo hecho de desafiar a los estudiantes, primero a aprender a manipular el modelo y luego a crear estructuras con este, mantuvo a los estudiantes concentrados y promovía el trabajo colaborativo de manera natural, ya que los estudiantes trabajaban en equipo tanto para idear una estructura que cumpliera con los requisitos que se pedían, como para la construcción de dicha estructura.

Creo que este trabajo práctico en particular se puede aprovechar mucho más y es un desafío el poder buscar otras utilidades para el modelo, ya que por ejemplo, se pueden crear estructuras que asemejen una red cristalina.

Investigador 3:

¿Qué sentí cuando diseñamos la guía, cuando implementamos, que se nos ocurrió, mi opinión sobre la guía, lo bueno lo malo, que mejorar?

De manera general, el diseño y confección de los trabajos prácticos fue compleja, sin embargo, considero que cada uno de los diseños cumple con lo que se dijo evitarían, no son experiencias para seguir procedimientos, sino que, verdaderamente utilizan la indagación, ya sea, para argumentar o para modelar, como metodología activa de aprendizaje.

Lo complejo del diseño, fue entender el porqué detrás del fenómeno, ya que, sin esta comprensión era difícil lograr una coherencia en cada trabajo práctico y entre ellos.

Con respecto a las metodologías, creo que fueron adecuadas, las ExD permitieron que los diseños tuvieran algo único, esa sorpresa que a los niños les atrae.

Con respecto a la implementación, lo complejo fue motivar a los colegios en participar de la experiencia, pues al ser contenidos no abordados por el nivel (8EB) se manifestaban preocupados respecto de cómo esta actividad podía contribuir en sus resultados académicos, pero quienes participaron de esto, quedaron fascinados con las actividades, por su alto nivel de indagación, por su potencialidad para trabajar en equipo, por lo innovadoras que son las experiencias y por el bajo costo que conllevaría implementarlas en el aula.

Trabajo Práctico I: Estados de la materia

El diseño de este trabajo busca que el alumno vaya descubriendo que la ciencia cambia y que cierto contenidos que ellos manejan no son abordados de la manera más correcta. En este sentido, cambiar las definiciones de los estados de la materia. Sin embargo, yo también cambie esa concepción que traía del colegio. Como este tópico es más abordado en química, nunca me pregunté si las definiciones estaban correctas, aunque sabía del movimiento de partículas en los diferentes estados, jamás me había cuestionado si era correcto decir que “un líquido es más separado y que adopta el recipiente”. Con este trabajo entendí que tiene que ver con fuerzas...

Cuando diseñamos este trabajo, sentí que fue fácil, pues como era un tema más estudiando por todos, no se produjeron conflictos de que alguien no entendía, todos estábamos en sintonía.

Para que el trabajo fuera indagatorio, fue complejo elegir preguntas y momentos adecuados para hacerlas, pero considero que las preguntas orientadoras logran que los alumnos experimenten.

Con respecto a la guía, creo q es útil pues no limita al estudiante a seguir pasos, sino que lo deja “jugar” para aprender y hacer lo que quiera en ella.

Cuando implementamos esta experiencia, como estaba bien diseñada no hubieron dificultades, y todos representaron los estados que se les pedía, el modelo fue útil y sencillo de manipular. En momento la guía sobraba pero se retomaba cuando se quería formalizar algo importante. Para formalizar el contenido se nos ocurrió que los alumnos simularan ser partículas y que entre ellos hicieran un sólido, un líquido y un gas.

Lo bueno, la guía es fácil y el contenido también, lo malo, quisimos abarcar mucho en este mismo trabajo y nos percatamos que deberíamos haber separado temas, en una primera sesión solo trabajar los estados y en una segunda profundizar el sólido de Hooke y el líquido de Newton.

Trabajo II: arena

Un desafío tremendo, siempre se piensa que la arena es sólida, pero ¡no! Era sorprendente que entendiendo los estados desde el punto de vista de la teoría cinética molecular, ahora

pudiéramos clasificar a la arena como un líquido y que además acuñáramos un término que el profesor nos dijo para entenderlo mejor “líquido con umbral”.

Cuando se implementó esta actividad, se entendió que la arena húmeda al tener un enlace era un sólido y que sin ese enlace era un líquido y que cada partícula era sólida, pero que en conjunto no.

Cuando experimentaron con la varilla en u y el jabón dijeron ¡!!! ¿Por qué sube? !!!!! Y eso fue muy discrepante para las niñas que lo vieron, no entendían y preguntaban para saber, entonces sentí que la experiencia era exitosa.

Lo bueno, es que es totalmente discrepante y los alumnos evidencian lo que ocurre a través del modelo. La guía ayuda a que estos formalicen y evidencien ideas previas y las contrasten.

Lo malo, previo a la experiencia hay que explicar conceptos, no durante, para que ellos vayan realizando mejores conclusiones.

Trabajo 3: maicena

El trabajo más difícil de todos, ahora entender cómo funciona era más complejo, pues la literatura no nos ayudaba a entender mucho este fenómeno, aun no hay explicaciones correctas. Basarse en supuestos y buscar la explicación más adhoc al nivel fue lo más difícil de este trabajo.

Cuando se implementó fue difícil porque al ser un material súper impactante, los alumnos querían jugar con el todo el tiempo, entonces mediar con ellos era complejo, sin embargo, la experiencia en si era buena, lo que se hacía difícil después, era explicar la causa del fenómeno. En ese sentido, quizás hubiera sido mejor explicar primero que hay un material que es fluido y sólido y luego haberlos hecho jugar, para solo preguntar aplicaciones de este.

Lo bueno, la experiencia es sorprendente y hace que se vea que la clasificación de materiales no es tan sencilla.

Lo malo, como lo implementamos, ahora ya mejoramos eso y creemos es la mejor forma.

Trabajo 4: polímeros

Una experiencia lúdica, que al trabajarla con globos era muy sencilla de implementar, además que permitía que los alumnos participaran mediante desafíos.

El diseño de la guía, fue difícil, pues no sabíamos cómo hacer para que unieran cosas de forma sencilla y evidenciaran que al formar uniones diversas los materiales tenían diferentes propiedades.

Comenzamos pegando hilos con silicona, compramos broches para unir, pero los globos largos fueron la mejor solución al problema.

Considero que la experiencia queda muy clara y cierra muy bien lo que veníamos haciendo.

Lo bueno, es muy sencilla de realizar y se utilizan elementos muy fáciles de obtener.

Lo malo, se puede aprovechar mucho más, para explicar materiales mucho más complejos.

Anexo 9: Segunda Implementación

Trabajo Práctico: Los Estados de la Materia

Nombre del alumno: *Claudia - Anaís - Javiera - Dominique - Pía - Natalia*

Nivel: 8 E.B.

Establecimiento: *Colegio Compañía de María Puente Alto*

Comuna/Región: *Puente Alto, Santiago*

Este trabajo práctico pretende: Incentivar tu interés por la ciencia, promover el trabajo colaborativo y el pensamiento crítico, para analizar los estados de la materia, desde el punto de vista de los enlaces e interacciones intermoleculares de sus partículas.

Etapa I: 'Un poco de historia'

En la antigüedad (alrededor del año 300 A.C.), Aristóteles pensaba que la materia se encontraba constituida por 4 elementos, aire, agua, tierra y fuego; además del elemento éter el cual caracterizaba aquellas cosas que se creían eternas, como los astros.

Los 4 estados se clasificaban en fríos y calientes o livianos y pesados, de forma que la materia tenía un orden natural cuando se encontraba en equilibrio, y se distribuía de esa forma en la naturaleza; la tierra se encontraba debajo de todo, luego el agua, el aire y finalmente el fuego se encontraban sobre todos los elementos.



Ilustración 1: Antiguos estados

Esta forma de concebir los estados de la materia les otorgaba suficientes explicaciones, a las personas de aquella época, para poder entender la naturaleza, pero a medida que la civilización progresaba, esta concepción no lograba explicar todos los fenómenos naturales.

Así, surgió la idea de que la materia se encuentra constituida por pequeñas partículas llamadas átomos y que se unían entre sí formando moléculas y las moléculas se unen entre sí formando macromoléculas y así sucesivamente.



Ilustración 2: Molécula

A continuación, vamos a comprender qué implica que la materia se encuentre constituida por pequeñas partículas, y si esta nueva concepción puede dar explicación a las distintas características que presentan diversos materiales.

¹ Lay, J. 2004. Física para ingenierías de ejecución plan anual. Segunda edición. Santiago, Chile

¿Cuál es esta nueva concepción de los estados de la materia? ¿Cuál será su clasificación? ¿Cuál es la definición de cada estado?

- Sólido: Las partículas están muy juntas 
- Líquido: Las partículas están semi separadas y se adaptan al recipiente que las contiene 
- Gaseoso: Las partículas están muy separadas. 

Profundicemos esta concepción de los estados de la materia.



Ilustración 3: Clasifica

Te sugerimos escoger elementos que se encuentren en tu entorno, además de los que se entregarán, para observarlos, manipularlos y clasificarlos según dicha concepción de los estados de la materia. Utiliza el siguiente espacio según tu criterio, puedes hacer un mapa conceptual, dibujo, tabla, diagrama, entre otros.

Sólido	Líquido	Gaseoso
• botella • Esfera Metálica • Plastilina • Agua • tierra.	• Aceite • Alcohol Gel • Pasta de dientes • Agua	• interior del globo con agua • Globo con Helio • Agua

Etapa II: Desarrollando tus dotes de investigador.

La concepción actual de los estados de la materia establece que esta se encuentra constituida por pequeñas partículas y que clasifica a los diferentes materiales, principalmente en 3 estados: Sólidos, Líquido y Gaseoso.

Si la materia está constituida por pequeñas partículas, ¿Por qué podemos encontrar un mismo elemento en los tres estados?, por ejemplo, el agua. ¿Cuál será la estructura interna de cada uno de los materiales en los distintos estados? Justifique su respuesta.

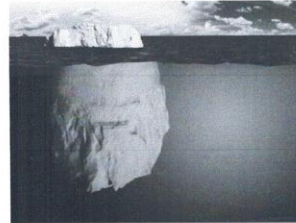


Ilustración 4: Iceberg

Un elemento que podemos encontrar en los tres estados es el agua por los diferentes grados de temperatura. Las partículas en un sólido están muy juntas cuando la temperatura es muy baja. Las partículas en un líquido están semi-separadas cuando la temperatura es moderada. Gas temperatura muy alta.



Ilustración 5:
Investigador

Profundicemos el estudio de los estados de la materia.

¿De qué manera el siguiente modelo podría ser útil para representar los tres estados de la materia? Justifique su respuesta.

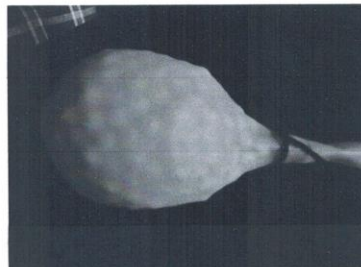
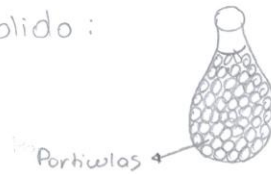


Ilustración 6: Modelo consiste en: un globo lleno de pelotitas de plumavit que representan partículas



Ilustración 7: Tus anotaciones

Sólido:



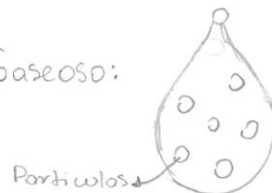
Para hacer el sólido
apretamos el globo
con una cinta.

Líquido:



Para hacer el líquido
inflamos un poco el
globo, y lo movimos
lentamente.

Gaseoso:



Para hacer el gaseoso
inflamos mucho el
globo y lo movimos
rápidamente.

Etapa III: Formalización

Ahora presta atención a tu profesor para poder formalizar el contenido abordado en este trabajo práctico. En el espacio asignado registra tus mayores aprendizajes.



Ilustración 8:
Formalizar



Ilustración 9: Tus aprendizajes

Sólido: Los enlaces entre las partículas es muy fuerte. Cada partícula vibra imperceptiblemente y no se mueven. Un sólido puede ser elástico.

Líquido: Los enlaces son menos fuertes que en los sólidos y las partículas tienen energía cinética.

Gaseoso: Los enlaces son débiles y la energía cinética es muy grande. Como las partículas se mueven los gases ocupan un gran espacio.

Viscosidad: Cuando un líquido no quiere fluir.

Trabajo Práctico: Entre Sólido y Líquido

Nombre del alumno: *Claudia - Natalia - Anaís - Pia - Joviera - Dominique*
Nivel: 8 E.B.
Establecimiento: *Colegio Compañía de María Puente Alto*
Comuna/Región: *Puente Alto, Santiago*

Este trabajo práctico pretende: Incentivar tu capacidad de analizar bajo qué condiciones un material granular se comporta como un sólido o un líquido y de qué manera la fuerza debido a tensión superficial, en particular la capilaridad, mantiene unidas o separadas las partículas del material granular.

Etapa I: Un día en la playa

Un día, miré una playa y me dieron ganas de ir hacia ella. Caminé por una escalera hecha de piedras hasta llegar a la arena. Al avanzar, noté como la arena comenzaba a introducirse en mis zapatillas, por lo que me las saqué y anduve descalzo.



Ilustración 1: Playa

Observé a mí alrededor y pude ver gente escavando en la arena, realizando pequeños túneles y agujeros, construyendo castillos y toda clase de figuras y formas con la arena.

Mientras caminaba, noté que me costaba bastante trabajo avanzar debido a que mis pies se hundían un poco en la arena, por lo que me acerqué a la orilla del mar para poder caminar mejor.



Ilustración 2: Agua en los pies

Sobre la orilla me costaba mucho menos caminar, mis pies no se hundían e incluso habían personas jugando con pelotas que rebotaban en la orilla.

Me encontraba contemplando todo aquello cuando sentí el mar en mis pies. Una ola se había acercado y había mojado la orilla de la playa. Podía sentir como el agua se llevaba parte de la arena alrededor de mis pies y me hundía poco a poco en la arena.

Una vez que el mar se retiró, levanté mis pies y vi que en la huella que había dejado había algo de agua de mar atrapada. Miré la huella, miré al mar, y miré al exterior de la playa y me pregunté.

¿Es la arena líquida como el agua de mar o sólida como las piedras de la escalera por donde bajé a la playa? Justifica

La arena es sólida como las piedras porque es como miga de una piedra grande.

Profundicemos esta idea del material granular (Parte I)



Ilustración 3: Clasifica

Te sugerimos manipular el modelo que se te entregará, para relacionarlo con el trabajo práctico previo, de tal manera que evidencies si la arena es sólida o líquida. Utiliza el siguiente espacio según tu criterio, puedes hacer un mapa conceptual, dibujo, tabla, diagrama, entre otros.

	cuando quitamos el aire con la cinta la arena se junta y queda en sólido
	cuando lo inflamos un poco la arena se dispersa y es como un líquido.
	cuando la inflamos más y lo agitamos rápido es como un gaseoso.

Profundicemos esta idea del material granular (Parte II)



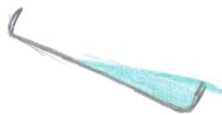
Ilustración 4: Clasifica

Observa la situación que tu profesor te presentará a continuación, luego de esto, te sugerimos elaborar una explicación de lo estudiando, realizando un dibujo que logre evidenciar el comportamiento de la arena, considera que cada granito de arena es una partícula.



Pote con arena

La arena en forma aplanada está en estado sólido.



La arena cuando se levanta el pote cae como si fuera agua en estado líquido.

La arena fluye porque las partículas de más abajo se deslizan y las de arriba bajan, cayendo.

Etapla II: Desarrollando tus dotes de investigador.

La arena, generalmente, está concebida como un material sólido, sin embargo, hemos demostrado que puede comportarse como un líquido debido a que las partículas se reacomodan si sobre esta se aplica una fuerza externa.

Además, la arena es creada en forma natural mediante erosiones volcánicas o artificialmente, rompiendo la roca nueva, por ello es concebida como un material granular.

Si la arena es un material granular formado por pequeñas partículas y le agrego agua, ¿En qué estado de la materia clasificarías esta mezcla? ¿Qué rol tiene el agua en dicha mezcla? Justifique sus respuestas



Ilustración 5: Castillo de arena

- Al mezclar arena con agua, esta estará en estado líquido
- El agua en esta mezcla tiene el rol de unir la arena y formarla a estado líquido.



Ilustración 6:
Investigador

Profundicemos en el comportamiento del agua.

Para **observar** el comportamiento del agua cuando su tamaño es pequeño o, te sugerimos utilizar el gotario que se te entregará a continuación.

Para **comprender** el comportamiento del agua cuando su tamaño es pequeño, te sugerimos utilizar la bombilla con el agua jabonosa.



Ilustración 7: Gotero



Ilustración 8: Burbujas

Profundicemos la interacción entre el agua y el sólido.



Ilustración 9:
Investigador

Para **observar** la interacción entre el agua y un sólido te sugerimos introducir diferentes objetos sólidos en un recipiente con agua.

¿De qué manera, el siguiente modelo, podría ser útil para comprender la interacción que se genera entre el un líquido y un sólido?

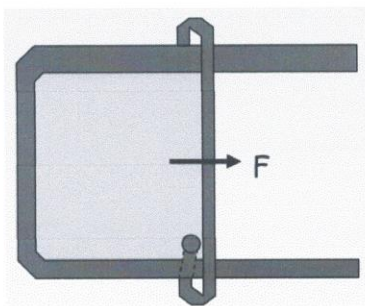
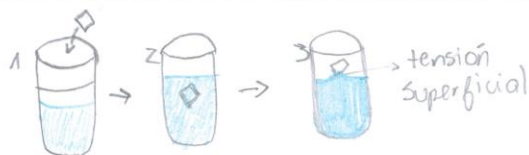


Ilustración 10: Alambre en forma de U con un alambre deslizable

* Al mezclar arena con agua puedo formar castillos de arena, porque la mezcla se pone más sólida, si sigo echando agua la mezcla se vuelve líquida



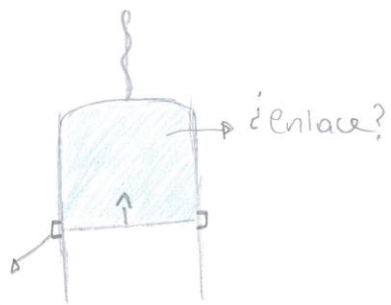
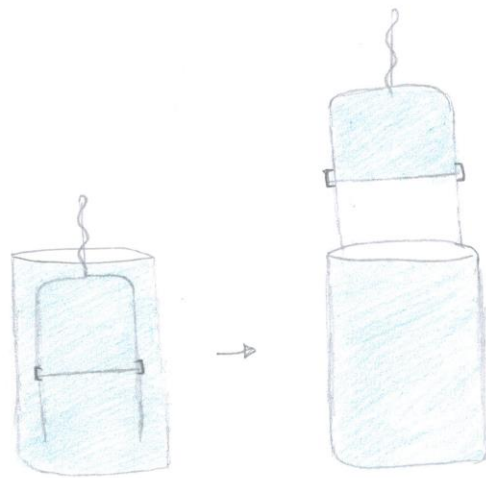
Ilustración 11: Tus anotaciones



1º Se cayó una goma en el agua

2º El agua aumento su volumen con la goma adentro

3º Al sacar la goma hubo una tensión superficial que los unia.



Esta bombilla
unida al mango
sube gracias
a la película
de jabón

Etapa III: Formalización

Ahora presta atención a tu profesor para poder formalizar el contenido abordado en este trabajo práctico. En el espacio asignado registra tus mayores aprendizajes.



Ilustración 12:
Formalizar



Ilustración 13: Tus
aprendizajes

* La capilaridad depende de la tensión superficial. En la superficie de un líquido las partículas están muy juntas y las partículas del interior las tiran hacia el interior. Eso es la tensión superficial que es cuando un líquido no quiere aumentar o cambiar su superficie, por eso los líquidos forman gotas.

Cuando le agregamos el agua a la arena, el agua es un enlace que moja a las pequeñas partículas de la arena y por tanto se juntan. Esto es la capilaridad.

Entonces la película jabonosa es un enlace capilar que ejemplifica como el agua de mar junta a la arena

Trabajo Práctico: ¿Fluye o se rompe?

Nombre del alumno: *Nahliá - Joviana - Anais - Pía - Dominique - Claudia.*

Nivel: 8 E.B.

Establecimiento: *Colegio Compañía de María Puente Alto.*

Comuna/Región: *Puente Alto, Santiago.*

Este trabajo práctico pretende: Incentivar tu interés por la ciencia, promover el trabajo colaborativo y el pensamiento crítico, para estudiar el comportamiento de un fluido no newtoniano a través de un prototipo que permita construir un modelo representado por un dibujo que explique tal comportamiento para finalmente, comunicarlo y contrastarlo con sus compañeros.

Etapas I: Un accidente en la cocina

¿Has visto un vaso de cristal romperse? Imagina que tienes un vaso con agua en el interior y este a su vez tiene unos cubos de hielo y se te cae.

Observas el suelo y vez que se encuentran esparcidos trozos de vidrio y hielo por todo el piso sobre un charco de agua. El vaso se rompió y los trozos de hielo también, pero ¿El agua dentro del vaso se rompe?

De manera intuitiva, podemos entender que un material se rompe cuando al ejercer una fuerza sobre él, dicho material se separa en una o muchas partes. Existen materiales muy frágiles, es decir que al deformarse solo un poco estos se rompen; y otros muy poco frágiles, los cuales necesitan una gran deformación para generar una ruptura.



Ilustración 1: Vaso con agua



Ilustración 2: Copa rompiéndose

Por otra parte, existe una característica que poseen algunos materiales, llamados líquidos, que es la capacidad de fluir, es decir, que no son capaces de conservar su forma al ser sometidos a esfuerzos de corte, es decir, fuerzas tangenciales (paralelas) a la superficie de dicho material, por lo que cuando se encuentran contenidos, adaptan la forma del objeto que los contiene.

Así, podemos intuir que los líquidos fluyen y los sólidos se rompen... ¿o no?

¿Bajo qué condiciones se podría romper un líquido? ¿Bajo qué condiciones podría fluir un sólido?

- * No se puede romper un líquido
- * Cuando el agua en hielo se rompe.

Profundicemos en el comportamiento de los sólidos y líquidos



Ilustración 3: investiga

Te sugerimos escoger elementos que se encuentren en tu entorno, además de los que se entregarán, para observarlos, manipularlos e identificar si fluyen y/o se rompen. Utiliza el siguiente espacio según tu criterio, puedes hacer un mapa conceptual, dibujo, tabla, diagrama, entre otros.

Fluye	Se rompe
• Arena • Agua • Harina • Detergente • Aceite	• Arena • Harina • Hielo • Tiza • Pasta de dientes • Madera

- * Se rompe si sus enlaces se rompen
- * Fluye si sus partículas pueden desordenarse unas sobre otras

Etapla II: Desarrollando tus dotes de investigador.

Un fluido no newtoniano (líquido o gas) es aquel en que su viscosidad (resistencia a fluir) cambia al ser sometido a una fuerza, es decir, fluye con mayor o menor dificultad dependiendo del tipo de fluido no newtoniano.

En el caso de un líquido que tenga un comportamiento no newtoniano de manera que aumente su viscosidad al aplicar una fuerza sobre este, ¿fluye o se rompe y bajo qué condiciones? Justifique sus respuestas.

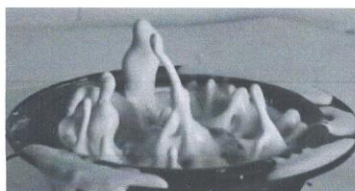


Ilustración 4: fluido no newtoniano

No se rompe el fluido no newtoniano.
porque los líquidos no se rompen.



Ilustración 5: Investigador

Profundicemos el estudio de un fluido no newtoniano.

A continuación, te sugerimos que manipules el fluido no newtoniano que se construirá a continuación para que puedas corroborar o refutar las ideas planteadas anteriormente.



Ilustración 6: almidón de maíz



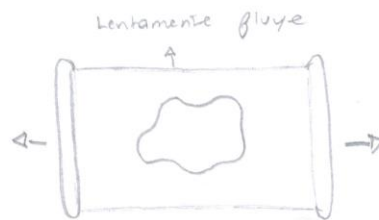
Ilustración 7: Jarra con agua



Ilustración 8: Tus anotaciones

- Le pegue a la mezcla y se puso dura.
- Metimos la mano lentamente y fluyo la mezcla.
- La pelota saltarina reboto en la mezcla.

- * La mezcla fluye cuando hacemos movimientos lentos.
- * La mezcla se rompe cuando son movimientos rápidos.



Etapa III: Formalización

Ahora presta atención a tu profesor para poder formalizar el contenido abordado en este trabajo práctico. En el espacio asignado registra tus mayores aprendizajes.



Ilustración 8:
Formalizar



Ilustración 9: Tus aprendizajes



- * tiro rápido se rompe
- * tiro lento fluye

El bombim actúa como el roce

Cuando agrego agua al envase capilar es como un lubricante entre las partículas y esto disminuye el roce que existe entre cada partícula de maizena.

- Crear un chaleco anti-balas sería buena idea porque al recibir una bala a velocidad rápida, rebotaría.
- Si hay una competencia en una piscina con maizena los que ganarán serán los más rápidos

Trabajo Práctico: Propiedades mecánicas y Estructuras.

Nombre del alumno: Joselyn Anais-Claudia-Natalia-Pia-Dominique
Nivel: 8 E.B.
Establecimiento: Colegio Compañia de Maria Puente Alto
Comuna/Región: Puente Alto, Santiago.

Este trabajo práctico pretende: Incentivar tu interés por la ciencia, promover el trabajo colaborativo y el pensamiento crítico, para analizar las estructuras que pueden formar los polímeros de los materiales y como estas, le confieren propiedades mecánicas, desde el punto de vista de los enlaces e interacciones intermoleculares de sus partículas.

Etapa I: Un mundo de materiales

No todos los materiales son iguales, sus similitudes y diferencias permiten clasificarlos y dotarlos de propiedades que escuchamos más de una vez en algún contexto cotidiano, estas características se conocen como **propiedades mecánicas de los materiales**.



Ilustración 1: Materiales 1

En la naturaleza existen materiales muy duros como los metales y piedras; otros elásticos, como las lianas de algunos árboles; otros que hacen combustión al someterlos a calor, como la madera o el carbón; algunos son transparentes como el diamante, otros son frágiles, como el barro seco o la greda y así, podemos nombrar una serie de características, ya sea forma, color, propiedades físicas o químicas y no solo en la naturaleza existe esta diferencia.

En la actualidad, el ser humano es capaz de desarrollar toda clase de materiales sintéticos para responder a sus necesidades. Ha sido capaz de crear materiales con diferentes propiedades, como los elásticos, las bolsas plásticas, los tubos de plástico, entre otros.

A continuación vamos a comprender cuáles son las propiedades mecánicas de los materiales y como los enlaces y las estructuras que forman las partículas que lo conforman se relacionan con estas.



Ilustración 2: materiales 2

¿Cuáles son las propiedades mecánicas de los materiales?
Para responder a esto, sugerimos busques información adicional.

- Duro
- Frágil
- Elástico
- Maleable
- Resistente

Profundicemos en las propiedades mecánicas de los materiales.



Ilustración 3: Clasifica

Te sugerimos escoger elementos que se encuentren en tu entorno, además de los que se entregarán, para observarlos, manipularlos y clasificarlos según las propiedades mecánicas que listaste anteriormente. Utiliza el siguiente espacio según tu criterio, puedes hacer un mapa conceptual, dibujo, tabla, diagrama, entre otros.

Frágil	Duro	Elasticos	Maleables	Resistentes
• Diamante • Vidrio • Pasta de diente	• Diamante • Vidrio • Dura • Esfera Metolico • Madera • Oro • Hierro	• Balón	• Plastilina	• Esfera Metolico • Madera • Oro • Hierro

Etapa II: Desarrollando tus dotes de investigador.

Definiremos las propiedades mecánicas de los materiales como aquellas que se identifican cuando aplicamos una fuerza en dicho material.

Si los materiales en estado sólido se encuentran constituidos por átomos, moléculas o macromoléculas (polímeros) que poseen una gran fuerza intermolecular formando estructuras. ¿A qué se debe que los materiales posean distintas propiedades mecánicas? Justifica tu respuesta.

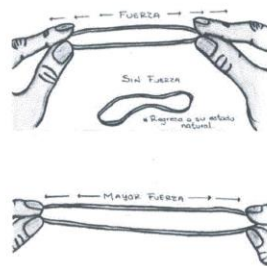


Ilustración 4: Elástico

* Existen formados de diferentes materiales



Ilustración 5:
Investigador

Profundicemos el estudio de las estructuras que forman los materiales.

¿De qué manera la siguiente analogía podría ser útil para formar distintas estructuras? Justifique su respuesta.



Ilustración 6: Analogía polímeros



Ilustración 7: Tus anotaciones



Difícil de deformar o romper



Difícil de deformar o doblar



que sea elástica.

Etapa III: Formalización

Ahora presta atención a tu profesor para poder formalizar el contenido abordado en este trabajo práctico. En el espacio asignado registra tus mayores aprendizajes.



Ilustración 8:
Formalizar



Ilustración 9: Tus
aprendizajes

Polimeros: Macromoleculas

Las propiedades mecanicas de los materiales dependen de como se unan los polimeros.