

**UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIA
DEPARTAMENTO DE FISICA**



**UNA PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA ENSEÑANZA DE
DETERMINADOS FENÓMENOS FÍSICOS A TRAVÉS DE
JUGUETES DIDÁCTICOS**

Autores:

CÁRDENAS LÓPEZ CRISTINA SOLANGE

BENAVIDES CERDA MARCELO JAVIER

Profesor Guía:

Nelson Eduardo Mayorga Sarriego

Profesor de Estado de Física

Seminario para obtener el Grado
de: Licenciada/o en Educación de
Física y Matemática.

Santiago, Chile

2011

**216739 © CRISTINA SOLANGE CÁRDENAS LÓPEZ
MARCELO JAVIER BENAVIDES CERDA**

Se autoriza la reproducción parcial o total de esta obra, con fines académicos, por cualquier forma, medio o procedimiento, siempre y cuando se incluya la cita bibliográfica del documento.

**UNA PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA ENSEÑANZA DE
DETERMINADOS FENÓMENOS FÍSICOS A TRAVÉS DE JUGUETES
DIDÁCTICOS**

Autores:

CÁRDENAS LÓPEZ CRISTINA SOLANGE

BENAVIDES CERDA MARCELO JAVIER

Este trabajo de graduación fue elaborado bajo la supervisión del profesor guía Sr. Nelson Mayorga Sariego del Departamento de Física y ha sido aprobado por los miembros de la comisión calificadora, Sr. Joaquín Barbé Farré y Sr. Leonardo Caballero Alvial.

DIRECTOR

PROFESOR GUÍA

AGRADECIMIENTOS

Aquí finaliza otra etapa de mi vida, la cual ha tenido momentos agradables y otros no tanto. Es por eso que agradezco enormemente a quienes fueron parte de este proceso. Primeramente comenzando por mis padres, quienes siempre han estado conmigo, que han sido mi pilar fundamental, han creído en mí, me han apoyado, y además por darme aliento en circunstancias donde el agobio se hizo presente varias veces, sólo decir que gracias porque existen. Luego, a todos los docentes que fueron parte de mi proceso formativo, tanto, académicamente, como valóricamente, gracias por estar dispuestos a escucharme, guiarme y motivarme, cuando lo he necesitado. También, agradecer a nuestro profesor guía, quien ha formado parte importante de esta causa, que también ha sido nuestro orientador e instructor prestando siempre su disponibilidad, empatía y sabiduría, para ayudarnos a resolver situaciones complejas.

También, estoy agradecida de los funcionarios que conforman y trabajan en el Laboratorio de Física de mi Universidad, los cuales han prestado su colaboración, disponibilidad y servicio, facilitando el acceso a recursos necesarios para la elaboración de este seminario. Sin embargo, destacar la importancia de compañeros y compañeras, amigos que fueron actores importantes, dentro del desarrollo de esta etapa, y en especial agradecimiento a mi compañero de Seminario, quien me ha tenido paciencia y comprensión.

Finalmente, agradecer aquellas personas que participaron y me ayudaron indirectamente, tanto en el inicio, desarrollo y culmine de esta etapa de mi vida.

Cristina Solange Cárdenas López

AGRADECIMIENTOS

Al llegar este momento es inevitable el recordar todas aquellas cosas que han pasado en todo este proceso, pero siempre hubo personas y situaciones que hacían que no desvaneciera en el camino. Es por ello que estos agradecimientos irán a todas aquellos que han marcado este camino, que muchas veces sin saberlo aportaban con ese granito de arena que necesitaba para seguir adelante, para los que lealmente se mantuvieron a mi lado y caminaron junto a mi para lograr concretar mis sueños.

No puedo dejar de agradecer el enorme apoyo recibido por mi familia. Aquel pilar fundamental dentro de mi vida. A mis padres Ma. Erika Cerda y Antonio Benavides, que a pesar de lo difícil que ha sido este proceso para ellos, nunca dejaron de alentarme para seguir. A mi hermano Antonio, que muchas veces me apoyó para terminar mis trabajos o aprender algo que no lograba entender. Y a mi abuelo J. Gerardo Cerda, que incondicionalmente ha estado a mi lado entregando aquellos consejos de vida, energías y fuerzas que sólo su experiencia pueden entregar.

A mis amigos, todos aquellos que durante todo el caminar me alentaban y apoyaban para no dejar todo esto, aquellos que siempre estuvieron sin importar el momento ni las circunstancias. Por eso no puedo dejar de agradecer especialmente a Felipe Aracena, que gracias a su ayuda y apoyo en este seminario se logró mejorar cada día. También a mi amiga y compañera de seminario Cristina Cárdenas, que siempre estuvo presente entregando aquellas fuerzas y energías que algunas veces hacían falta.

A los profesores, que fueron un ejemplo a seguir y aquellos que confiaron en mi, los que compartían sus historias de vida para lograr aprender de ellos. A las profesoras Bárbara Ossandón y Magali Reyes, por creer en mis sueños. Al profesor guía de este seminario Nelson Mayorga, por el apoyo y consejos entregados en este proceso.

Y por último, a todos aquellos que de alguna manera u otra aportaron al término de este arduo proceso. Créanme que personalmente les haré saber mis agradecimientos y siempre han estado presentes.

Marcelo Javier Benavides Cerda

TABLA DE CONTENIDOS

HOJA DE CALIFICACIÓN	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
TABLA DE CONTENIDOS.....	iv
RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
PALABRAS CLAVES.....	3
KEYWORDS.....	4
INTRODUCCIÓN	5
OBJETIVO GENERAL	8
Objetivos Específicos:	8
FOCO-PROBLEMA	9
1. MARCO TEÓRICO.....	10
1.1. Fundamentos Teóricos. Contribuciones de: Jean Piaget, Jerome Bruner, Lev S. Vygotsky, David Ausubel e Yves Chevallard.	10
1.1.1. Contribuciones de: Jean Piaget.	10
1.1.2. Contribuciones de: Jerome Bruner.....	14
1.1.3. Contribuciones de: Lev Vygotsky.	16
1.1.4. Contribuciones de: David Ausubel.	20
1.1.5. Contribuciones de: Yves Chevallard.	23
1.2. Modelos Didácticos de Enseñanza de las Ciencias Naturales.	28
¿Qué es una metodología?	28
1.2.1. Metodología Indagatoria para la enseñanza de las ciencias.....	30

1.2.2.	Modelo didáctico de enseñanza por Descubrimiento.	32
1.2.3.	Modelo didáctico de enseñanza por Investigación.	34
	Cuadro resumen de Modelos Didácticos de Enseñanza de las Ciencias Naturales.	36
1.3.	¿Qué significan los juguetes?.....	40
1.3.1.	Los juguetes de Física.....	40
1.3.2.	La importancia de la Enseñanza de la Física mediante el uso de Juguetes.....	44
1.4.	Programas de Estudio de Enseñanza Media.....	48
1.4.1.	Programas de Estudio de Enseñanza Media en el subsector de Física.....	48
1.4.2.	Áreas de la Física comprendidas en la Enseñanza media.....	52
1.4.3.	Aprendizajes esperados y habilidades científicas comprendidas en el subsector de Física.	54
2.	MARCO METODOLÓGICO.....	55
2.1.	El motivo de la elaboración de la Propuesta Didáctica.	55
2.2.	¿Por qué usar juguetes?.....	58
2.3.	Criterios de selección.....	60
3.	DESARROLLO Y RESULTADOS.....	61
3.1.	Selección de los juguetes Físicos.....	61
3.2.	Descripción y fenómenos Físicos involucrados en cada juguete.....	61
3.2.1.	Esfera de Plasma.....	62
3.2.2.	Radiómetro.....	63
3.2.3.	Termómetro de Galileo.....	65

3.2.4.	Esferas Saltarinas.	66
3.2.5.	Pájaro bebedor.....	67
3.2.6.	Termómetro del amor.....	69
3.2.7.	Cuna de newton.	70
3.2.8.	<i>Mirage</i> 3D.....	71
3.3.	Vinculación de la Física de los juguetes seleccionados con los Programas de Estudios.	72
3.3.1.	Esfera de Plasma.	73
3.3.2.	Radiómetro de Crookes.	74
3.3.3.	Termómetro de Galileo.....	75
3.3.4.	Esferas Saltarinas.	76
3.3.5.	Pájaro Bebedor.	77
3.3.6.	Termómetro del Amor.	78
3.3.7.	Cuna de Newton.....	78
3.3.8.	<i>Mirage</i> 3D.....	79
3.4.	¿Qué es una propuesta didáctica?	80
3.5.	Nuestra propuesta didáctica.	82
3.6.	Estructuras de las guías.	84
3.7.	Guía para el o la estudiante.....	86
3.8.	Guías Didácticas.....	87
3.8.1.	GUÍA DIDÁCTICA: Cuna de Newton.....	87
3.8.2.	GUÍA DIDÁCTICA: Termómetro del Amor.	94
3.8.3.	GUÍA DIDÁCTICA: Pájaro Bebedor.	101
3.8.4.	GUÍA DIDÁCTICA: <i>Mirage</i> 3D.....	110

3.8.5. GUÍA DIDÁCTICA: Esfera de Plasma.....	117
3.8.6. GUÍA DIDÁCTICA: Esferas Salterinas.....	126
3.8.7. GUÍA DIDÁCTICA: Radiómetro.....	133
3.8.8. GUÍA DIDÁCTICA: Termómetro de Galileo.....	140
CONCLUSIÓN.....	149
BIBLIOGRAFÍA.....	150
BIBLIOGRAFÍA EN LÍNEA.....	157
ANEXO: EXTRACCIÓN DE IMÁGENES.....	162

ÍNDICE DE TABLAS Y GRÁFICOS

Cuadro resumen de Modelos Didácticos de Enseñanza de las Ciencias.....	36
Unidades 1° Medio.....	52
Unidades 2° Medio.....	53
Unidades 3° Medio.....	53
Unidades 4° Medio.....	53
Unidades 3° Medio Diferenciado.....	53
Unidades 4° Medio Diferenciado.....	54
Tabla 1.....	144
Tabla 2.....	144

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES Y DIAGRAMAS

Figura 1.....	63
Figura 2.....	64
Figura 3.....	66
Figura 4.....	67
Figura 5.....	68
Figura 6.....	69
Figura 7.....	70
Figura 8.....	71
Figura 9.1.....	87
Figura 9.2.....	87
Figura 9.3.....	88
Figura 10.1.....	94
Figura 10.2.....	94
Figura 11.1.....	101
Figura 11.2.....	102
Figura 11.3.....	103
Figura 12.1.....	110
Figura 12.2.....	111
Figura 12.3.....	111
Figura 12.4.....	112

Figura 12.5.....	112
Figura 13.1.....	117
Figura 13.2.....	117
Figura 13.3.....	118
Figura 13.4.....	119
Figura 13.5.....	120
Figura 13.6.....	121
Figura 14.1.....	126
Figura 14.2.....	126
Figura 14.3.....	126
Figura 14.4.....	127
Figura 14.5.....	128
Figura 15.1.....	133
Figura 15.2.....	134
Figura 15.3.....	135
Figura 16.1.....	140
Figura 16.2.....	140
Figura 16.3.....	141
Figura 16.4.....	141

RESUMEN

Este Seminario de Grado tiene por objetivo elaborar y presentar una propuesta didáctica, teniendo como eje principal la utilización de juguetes que muestran un funcionamiento basados en ciertos fenómenos de Física, para ser implementadas como actividades de carácter lúdico en diferentes niveles de la formación escolar. Esta propuesta se encuentra basada en la Metodología Indagatoria de Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias (ECBI).

La propuesta, contempla una selección de juguetes que involucran conceptos, fenómenos y leyes de la Física congruentes con los Objetivos Fundamentales, Aprendizajes Esperados y Contenidos Mínimos Obligatorios de los Marcos Curriculares y programas de estudios de Física actualmente vigentes en el país así como el análisis de ellos. Además, la construcción de guías que contienen actividades para desarrollar por parte del estudiantado, enfocadas en mejorar y estimular las habilidades científicas, a través de aprendizaje significativo. Se incorpora también una ficha didáctica para los y las docentes, donde encontrarán información detallada acerca del juguete a utilizar y la descripción de la actividad.

ABSTRACT

The aim of this Undergraduate Thesis is to elaborate and present a didactic proposal whose core is the usage of toys that present a functioning based on certain phenomena of physics that can be implemented as recreational activities at different levels of schooling. This proposal is based on the Inquiry-based Science Education (IBSE) Methodology.

The proposal contemplates the analysis of an array of toys that involved concepts, phenomena and laws of physics in accordance with the Fundamental Objectives, Educational Outcomes and Mandatory Minimum Contents of the Curricular Frameworks and programs of study in Physics currently in force in Chile. Also, it has been elaborated guides containing the activities to be developed for students in order to improve and stimulate their scientific skills throughout meaningful learning. Moreover, it is included teaching cards for educators where is detailed the information about each toy to be used and the description of the activity.

PALABRAS CLAVES

- **Aprendizaje Significativo**
- **Fenómenos Físicos**
- **Juguetes**
- **Guía**
- **Ficha didáctica**
- **Propuesta Didáctica**
- **ECBI**

KEYWORDS

- **Significant learning**
- **Physical Phenomena**
- **Toys**
- **Guide**
- **Didactic card**
- **Didactic proposal**
- **ECBI**

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las metodologías empleadas para la enseñanza y aprendizaje de las diferentes disciplinas, en especial de las ciencias, se encuentran siempre relacionadas con la *Didáctica*¹. Es así como desde la misma ciencia Física, por ejemplo, nace la Enseñanza de las Ciencias Basada en la Indagación (ECBI).

En la enseñanza tradicional, “el aprendizaje de los alumnos dependía sólo del grado en que el profesor dominase dicho arte y, en cierto sentido, de la voluntad y la capacidad de los propios alumnos para dejarse moldear por el artista” [Chevallard, Bosch & Gascón, 1997]. Es por esto que la enseñanza tradicional de la Física no logra generar aprendizajes significativos por parte de la mayoría de los y las educandos². Como se puede distinguir en el siguiente planteamiento, en donde indican que la preocupación “sobre la discrepancia entre los objetivos marcados en el curriculum tradicional y el aprendizaje logrado por los estudiantes ha llevado a muchas discusiones sobre la manera en que podemos mejorar la enseñanza de la Física para tratar de disminuir la distancia entre lo que se enseña a los estudiantes y lo que ellos acaban sabiendo y realmente saben hacer” [Guisasola, Gras-Mart, Martínez-Torregrosa, Almundí & Becerra, 2004]. Es por eso que la didáctica juega un rol importantísimo para identificar y atender los focos que demuestran las principales dificultades que poseen tanto los y las estudiantes, a la hora de la simple comprensión de distintos conceptos y contenidos, como también para los

¹*Didáctica*: es una disciplina científico-pedagógica cuyo objeto de estudio los procesos y elementos que existen en el aprendizaje. Se trata del área de la pedagogía que se encarga de los sistemas y de los métodos prácticos de enseñanza destinados a plasmar las pautas de las teorías pedagógicas.

²Revisar los resultados TIMSS y PISA en “Chile y el aprendizaje de matemáticas y ciencias según TIMSS” (2004), pág. 41 y “Resumen resultados PISA 2009 Chile” (2010) pág. 20 – 26.

y las docentes en Física, frente a la complejidad de cómo enseñar aquellos conceptos dificultosos o complejos.

Debido a lo anterior, proponemos un diseño que se basa en la enseñanza de la Física mediante el uso de *juguets de Física*³, que van desde juguetes simples hasta algunos más sofisticados. Para esto, hemos construido para cada juguete una guía que orienta el trabajo a seguir tanto de los y las estudiantes, como del docente a cargo de éstos.

Nuestro trabajo pretende que los y las estudiantes puedan, mediante estos juguetes Físicos, aplicar conocimientos previos que posean, aplicarlos para explicar en forma preliminar su funcionamiento y contrastar sus hipótesis por medio de actividades exploratorias de modo de ratificar o rechazar sus conjeturas iniciales. De ésta forma, la propuesta didáctica se puede transformar en un medio que permita a los y las estudiantes utilizar apropiadamente los conceptos, principios y leyes Físicas que permitan dar cuenta de su funcionamiento y así colaborar en los objetivos que pretende nuestra educación, generando mayores habilidades y competencias por parte de los educando.

Las razones que conllevó a elegir y diseñar esta propuesta didáctica se basa en nuestra experiencia, tanto como estudiantes, como cuando realizamos nuestras prácticas profesionales en los establecimientos educacionales. La actitud de los y las estudiantes cuando se enfrentan a algún juguete de Física, sobre todo cuando es visto por primera vez, se genera un clima de aula mucho más armonioso y participativo. Lo anterior conlleva a producir un clima favorable para lograr un mayor aprendizaje, o una mejor comprensión en las distintas temáticas de la Física.

³*Juguets de Física o juguetes físicos*: son aquellos juguetes que cumplen la condición de ser capaces de a través de estos mismos experimentar con algunos fenómenos de carácter físico.

La idea es preparar la propuesta didáctica, de tal forma que pueda ser utilizado por docentes que enseñan la disciplina de Física, en los niveles de enseñanza media, para que puedan aplicar alguno de los diseños didácticos que van orientados a áreas de la misma, como son mecánica, termodinámica, óptica y electromagnetismo, para distintos niveles de la enseñanza media.

La propuesta didáctica cuenta con la guía con que trabajarán los y las estudiantes, y una *ficha didáctica*⁴ del docente que cuenta con los distintos objetivos, contenidos, habilidades, materiales, y la explicación física del juguete Físico.

⁴*Ficha didáctica*: síntesis de la actividad a realizar por los y las estudiantes, en la cual se detallan objetivos, contenidos y descripción de la secuencia de la actividad, con sugerencias dirigidas al profesorado.

OBJETIVO GENERAL

Diseñar una propuesta metodológica para la enseñanza de determinados fenómenos Físicos a través de juguetes didácticos.

Objetivos Específicos:

- Seleccionar un conjunto de juguetes didácticos que impliquen determinados fenómenos que están relacionados en la enseñanza escolar de la Física.
- Diseñar una propuesta didáctica, presentadas mediante una guía compuesta por actividades indagatorias.

FOCO-PROBLEMA

Considerando que las metodologías de enseñanza y aprendizajes juegan un papel fundamental en la formación de los y las estudiantes se propondrá una propuesta didáctica, que rescatará y usará aspectos formales de la “Metodología Indagatoria en la Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias” (ECBI), y empleará, como recurso didáctico juguetes que aborden y funcionen mediante fenómenos Físicos los cuales sean coherentes con los planes y programas de estudios de los niveles de Enseñanza Media, así como, los objetivos fundamentales y transversales, como también los contenidos mínimos obligatorios y habilidades de pensamiento científico a desarrollar en los y las estudiantes, que han sido previamente establecidos por el Ministerio de Educación de Chile.

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Fundamentos Teóricos. Contribuciones de: Jean Piaget, Jerome Bruner, Lev S. Vygotsky, David Ausubel e Yves Chevallard.

1.1.1. Contribuciones de: Jean Piaget.

Durante varios años ha predominado en la Educación, el empleo de una enseñanza tradicionalista y academicista, en la cual, el principal objetivo es el conocimiento disciplinar que se debe tener en cuenta para la elaboración de los contenidos escolares a enseñar. Sin embargo, el *currículo*⁵ en casi todas las edades de los y las estudiantes presentaba la misma organización, unos contenidos bastante similares inclusive la misma lógica. Los criterios relevantes que se consideran para el diseño de este en cualquier área y etapa son las características psicológicas del estudiantado, y estas pueden agruparse en tres aspectos: el desarrollo afectivo y emocional; el desarrollo cognitivo o intelectual y la forma de aprender. Como indica Villar (2003), en el caso de los y las estudiantes según la edad que posean, será el nivel y tipo de psicología que presentan, y esta diferencia es aún más notoria si se compara con los adultos. Es así, que en la educación parvularia por ejemplo, el enseñar ciencias, se modela a una serie de actividades a desarrollar capacidades de comunicación y conceptualización, pero a medida que va aumentando la edad con ello también su propia fuente psicológica de los educandos.

Dentro del uso de juguetes en el proceso de enseñanza de las ciencias, se encuentran el desarrollo afectivo e intelectual, teniendo estos un rol fundamental, pues existe una constante interacción entre ellos. Sin embargo,

⁵*Currículo*: es el marco general de planificación, actuación y evaluación en el ámbito de la enseñanza y aprendizaje.

cada uno de estos presenta determinadas funciones. “Hay que distinguir entre las funciones cognitivas (que van desde la percepción) y las funciones sensorio-motrices hasta la inteligencia abstracta, incluidas las operaciones formales, y las funciones afectivas” [Piaget, 1954]. No obstante lo anteriormente señalado, se hace relevante diferenciar que dichas funciones no están dissociadas, puesto que poseen distinta naturaleza, pero en el comportamiento concreto del individuo están relacionadas. Al manipular los juguetes el estudiantado en la clase, se encuentran abiertos al desarrollo cognitivo debido a que interactúan directamente con ciertos fenómenos que implican el funcionamiento de este, como también al desarrollo afectivo al desarrollar las distintas actividades con estos. Además “cuando un alumno resuelve un problema de álgebra, cuando un matemático descubre un teorema, hay al principio un interés, intrínseco o extrínseco, una necesidad; a lo largo del trabajo pueden intervenir estados de placer, de decepción, de fogsidad, sentimientos de fatiga, de esfuerzo, de aburrimiento, etcétera; al final del trabajo, sentimientos de éxitos o de fracaso; por último pueden agregarse sentimientos estéticos (coherencia de la solución encontrada). En los actos cotidianos de la inteligencia práctica, la indisociación es aún más evidente. Particularmente, siempre hay interés intrínseco o extrínseco” [Piaget, 1954]. Para él, los sentimientos y emociones son dependientes, la opción de que se presente un estado puro sin elementos cognitivos, y viceversa, es inconcebible dentro de los comportamientos concretos del ser humano.

La teoría Piagetiana, también involucra los aspectos del ser humano, es decir, aspectos generales del comportamiento, que corresponden a la adaptación, con sus dos polos que son: la asimilación y la adaptación. Los comportamientos de los individuos traen como consecuencia una adaptación, y esta contempla el restablecimiento del equilibrio entre el organismo y el medio, vale decir, sólo el ser humano actúa si por un momento se encuentra desequilibrado, por lo que, el comportamiento finaliza cuando esto está

resuelto, lo que indica que el retorno al equilibrio se caracteriza entonces, por un sentimiento de satisfacción, es decir, implica afectividad. Este proceso se puede apreciar cuando el estudiantado se enfrenta al juguete, comenzando a observar el funcionamiento y las características de este, buscando poco a poco volver al “equilibrio cognitivo” por medio del desarrollo de distintas actividades, dando respuestas a aquellos cuestionamientos que se habían presentado en un comienzo, confrontando las ideas previas que se tenían al enfrentar al juguete, con aquellas que se le presentaron en el transcurso de las actividades. De lo anterior, se presenta la situación de formar en las escuelas momentos de comportamientos ligados a la adaptación, en los cuales los mismos educandos sean capaces de entrar en un conflicto cognitivo, en relación a un tema o preconcepto, lo que provocaría un desequilibrio cognitivo, y recurra en la búsqueda de la respuesta, lo que significaría la equilibración. Una vez, encontrado esto, sea capaz de nuevamente entrar en conflicto y ser capaz de solucionarlos, y en consecuencia, obtener una corrección de sus ideas previas o preconceptos.

Cabe mencionar, además que la asimilación cognitiva, posee una significación tanto mental como biológica, puesto que, el objeto es incorporado a los esquemas anteriores del comportamiento. Si por el contrario, no llega a ocurrir esta asimilación, se realiza una acomodación cognitiva, efectuando un nuevo trabajo que implica la transformación de los esquemas anteriores que involucran las propiedades de dicho objeto. Ahora, se entenderá por adaptación cuando existe un equilibrio entre la acomodación y la asimilación⁶. Además, esto tiene un significado afectivo y otro cognitivo. Para la asimilación, el aspecto afectivo tiene que ver con el interés⁷ y el aspecto cognitivo tiene que ver con la comprensión. El aspecto afectivo de la acomodación, corresponde al interés

⁶ Para profundizar más en “adaptación” dirigirse a Piaget, J. (1954), pág. 20, 21.

⁷ Dewey define el interés como la asimilación al yo [Piaget, 1954].

hacia el objeto en tanto es nuevo, mientras que su aspecto cognitivo, corresponde al ajuste de los esquemas de pensamientos a los fenómenos.

La afectividad puede ser causa de comportamientos, pero en sí misma, no genera estructuras cognitivas, ni modifica el funcionamiento de las estructuras en las que interviene. Por ejemplo, en las clases de Física, al explicar el funcionamiento del juguete, en el o la estudiante el sentimiento de éxito puede facilitar el aprendizaje; en las operaciones lógicas, si se alienta al niño o a la niña, la operación puede ser lograda, sin generar una nueva estructura. En la percepción, debido a que diferentes sujetos no percibirán los mismos detalles de un objeto complejo, viéndose afectado por el interés que despierta este objeto, pudiéndose generar (o no) una sobrestimación perceptiva. Es así como la “energética del comportamiento depende de la afectividad, mientras que las estructuras proceden de las funciones cognitivas” [Piaget, 1954]. Por lo tanto, los sistemas cognitivos están más o menos estructurados según cuál sea el nivel de desarrollo.

Los lazos afectivos que poseen los jóvenes con los juguetes tienen una significancia dentro del uso de estos en las clases de Física, debido a la vinculación y la afinidad que estos representan y han representado a lo largo de su niñez y ahora como adolescentes. Debido a que los recursos didácticos utilizados son juguetes, para los y las estudiantes les significa que el hecho de interactuar con estos será entretenido, haciendo de este modo que la disposición de ellos y ellas al desarrollo de la clase sean distintas, pudiendo interactuar de mejor manera con los juguetes y familiarizarse con los fenómenos Físicos que allí se presentan. Esto facilita que el proceso de desarrollo cognitivo sea de la mejor forma, en donde el o la estudiante incorpore en sus esquemas cognitivos el nuevo conocimiento que se les está presentando en dichas actividades.

1.1.2. Contribuciones de: Jerome Bruner.

Tradicionalmente se concebía una determinada dinámica de clase, estructurada por docente - estudiante, donde el profesorado era el poseedor de la verdad, por lo tanto, cumplía un rol activo dentro de la clase; y el o la estudiante, eran actores pasivos, siendo meros receptores de la información entregada por el o la docente. Sin embargo, aquí ocurre un quebrantamiento importante de esta dinámica, por medio del uso de los juguetes en la clase de Física, cuyo funcionamiento involucre algún fenómeno Físico. Tal como indica Bruner, se desarrolla un descubrimiento por parte del estudiantado en las actividades con juguetes que involucren en su funcionamiento ciertos fenómenos Físicos, obteniendo de esta forma, que ellos y ellas sean los responsables de la construcción del conocimiento, logrando de esta forma puedan aprender a aprender. Las profesoras o los profesores serán los responsables de guiar al estudiantado en este proceso de descubrimiento sin llegar a exponer directamente los contenidos, además de presentar diferentes estrategias metodológicas según el nivel del curso y los objetivos que se pretenden lograr.

Según Baro (2011) existen tres tipos de descubrimientos:

- “*Descubrimiento inductivo*: implica la colección y reordenación de datos para llegar a una nueva categoría, concepto o generalización”.
- “*Descubrimiento deductivo*: implicaría la combinación o puesta en relación de ideas generales, con el fin de llegar a enunciados específicos, como en la construcción de un silogismo”.
- “*Descubrimiento transductivo*: el individuo relaciona o compara dos elementos particulares y advierte que son similares en uno o dos aspectos”.

Por otro lado, “el aprendizaje se basa en la categorización o procesos mediante los cuales simplificamos la interacción con la realidad a partir de la agrupación de objetos, sucesos o conceptos” [Guilar, 2009]. En este construir conocimiento por parte de el o la estudiante, se modifica según la interacción con el ambiente, que en el caso de los juguetes, corresponderá a la interacción directa con estos. Se distinguen tres modos básicos por los cuales se representa la realidad, siendo:

- El modo *enactivo*, se representará al juguete mediante la interacción directa con esta (corresponde al período sensorio-motor de Piaget).
- Modo *icónico*, por medio de imágenes o esquemas se representa al juguete (corresponde al período preoperatorio de Piaget).
- Modo *simbólico*, cuando un símbolo arbitrario representa a un juguete determinado (correspondiente al período de Piaget donde niños y niñas son capaces de utilizar ideas abstractas, símbolos lingüísticos y lógicos para representar la realidad).

Baro (2011) indica para que se produzca un aprendizaje por descubrimiento por parte del estudiante, la búsqueda debe ser restringida, para que se vaya directamente al objetivo planteado. Los objetivos y los medios deben de ser bastante específicos y atractivos, para poder incentivarlo o incentivarla en este tipo de aprendizaje. Los conocimientos previos deben de existir para que se pueda guiar adecuadamente. Además, se debe estar familiarizado con los procedimientos de observación, búsqueda, control y medición de variables, siendo estas herramientas para el proceso de descubrimiento. Pero lo más importante, es que la tarea debe de tener sentido para el o la estudiante, y así incentivar a realizar el descubrimiento.

Junto a Wood y Ross, Bruner (2003) habla de un proceso de enseñanza y aprendizaje en donde el o la docente apoya al estudiantado para enseñar algo,

adecuando esta ayuda a las competencias que este último tenga, esto se conoce metafóricamente como *andamiaje*. Es decir, a medida que se tengan las competencias necesarias para realizar alguna tarea, actividad o problema, la ayuda prestada por el o la docente, será cada vez menos. Los andamios en el proceso enseñanza – aprendizaje hace necesario que no se realice de forma independiente, sino, de forma pública, para poder realizar el intercambio, compartir y negociar significados⁸, ya sea entre sus compañeros y compañeras o con el o la docente.

Mediante la utilización de recursos didácticos, como los juguetes utilizados en las clases de física, los y las estudiantes serán capaces de explorar e indagar sobre qué son estos y sus funcionamientos. Obteniendo de esta forma nuevos conocimientos y relaciones de los conceptos Físicos estudiados. Es entonces relevante la guía que pueda prestar el profesor o la profesora y una correcta planificación de la clase a desarrollar, para que de esta manera, el estudiantado pueda explorar de mejor forma en los juguetes y actividades presentadas. Las actividades presentadas por el o la docente deben de contemplar el proceso de andamiaje, para que los y las estudiantes vayan necesitando cada vez menos ayuda del docente; y a su vez, que el aprendizaje sea por descubrimiento. Esto también tiene gran incidencia en la elección del juguete a utilizar, para que en un comienzo, este sea sencillo y fácil de asimilar por parte del estudiantado, hasta lograr trabajar con juguetes que presenten un nivel de funcionamiento más avanzado.

1.1.3. Contribuciones de: Lev Vygotsky.

Vygotsky dio un paso importante respecto a lo que se plantea en el desarrollo cognitivo por parte de Piaget, debido a que el desarrollo también es

⁸ Cfr. Guilar, Moisés “Las ideas de Bruner: “De la revolución cognitiva” a la “revolución cultural”” 2009, pág. 239.

afectado por los agentes culturales y socializadores, teniendo como herramienta el lenguaje, pudiendo así hacer traspaso de conocimiento entre los distintos actores que intervienen en el aprendizaje, es por esto que esta relación entre pensamiento y lenguaje es importante. Por lo mismo, “el desarrollo mental es un proceso sociogenético” [Lucci, 2006]. Entonces, teniendo en cuenta lo anterior, es que los y las docentes hacen uso del lenguaje⁹ para el desarrollo mental de los y las estudiantes, así proporcionando la información necesaria para esto. Por lo mismo es importante los roles ejercidos por cada uno de los involucrados en este proceso, debido a que por medio del contacto social y cultural, es posible avanzar en cada una de las etapas. En el caso de desarrollar actividades grupales con juguetes, el estudiantado tendrá un aporte adicional al socializar dentro del grupo de trabajo, interactuando con ellos y el profesor o la profesora.

Tal como dicen Carrera y Mazzarella (2001), “el comportamiento sólo puede ser entendido si se estudian sus fases, su cambio, es decir, su historia”. Siendo una componente primordial para poder dar uso al juguete que se le presente por parte del profesor o profesora, y compartir con su grupo de trabajo las experiencias previas que ellos y ellas tengan, junto a las nuevas experiencias que se obtendrán en la manipulación del dispositivo que se les entreguen.

La *historia previa*¹⁰ de los jóvenes, es primordial para el aprendizaje en la escuela, debido a que esta última “introduce algo fundamentalmente nuevo en el desarrollo del pequeño” [Vygotsky, 1988], pero aun así, han sido estimulados desde el primer día de nacidos. Con esto “es posible afirmar que Vygotsky reconoce la existencia de un mundo interno, que el sujeto construye a partir del

⁹ El uso del lenguaje por parte del profesorado es de forma oral, escrita, musical, artístico, gestual y matemática. Es decir, el uso del lenguaje será toda forma por la cual se pueda transferir información necesaria para el desarrollo mental del estudiantado.

¹⁰Cfr. Vygotski, Lev “El desarrollo de los procesos psicológicos superiores” (1988), pág. 130.

proceso de internalización del mundo externo y que le permite autorregularse” [Arcila, Cañón, Jaramillo & Mendoza, 2010]. Es esto lo que hace que el ser humano se diferencie de los animales. Esta historia previa sirve para poder dar sentido a los juguetes dentro del desarrollo de la clase, debido a que ya tiene internalizado en su mundo interno el uso de los juguetes, dando lugar al proceso de aprendizaje por medio del uso de estos, en la que da sentido a los fenómenos que antes eran admirados por ellos mismos o ellas mismas.

Se identifican dos niveles evolutivos, el primero corresponde al *nivel evolutivo real*, siendo el nivel de desarrollo de las funciones mentales de los y las jóvenes resultantes de ciclos evolutivos realizados. Vygotsky supone que toda actividad que ellos y ellas puedan realizar por si solos, corresponderá a las capacidades mentales que posean, es decir, son las funciones que ya han madurado; pero, si por el contrario, no se llega a la solución y se recibe ayuda de parte de otra persona para llegar a la solución del problema, corresponderá a la *nivel de desarrollo potencial*. Esta diferencia existente entre el nivel de desarrollo real y el nivel de desarrollo potencial es lo que se denomina *zona de desarrollo próximo*¹¹. Esto indica aquellas funciones que aún no se han madurado, pero se encuentran en proceso de maduración, ayudando a el o la docente a orientarse en los ciclos y procesos de maduración que se encuentran en los y las jóvenes, para poder potenciarlos y así se supere el nivel de desarrollo potencial (desarrollo mental *prospectivamente*), siendo en un futuro el nivel real de desarrollo (caracteriza el desarrollo mental *retrospectivamente*), es decir, aquella solución al problema que se llegó con ayuda, después podrá realizarla sólo. Es así como la planificación de la clase, y en especial, de las actividades a realizar en esta, sean orientadas a que por medio del uso de los juguetes y el trabajo en grupo, cada uno de los y las estudiantes, puedan superar la zona de desarrollo próximo.

¹¹Cfr. Vygotski, Lev “El desarrollo de los procesos psicológicos superiores” (1988), pág. 133.

Carrera y Mazarella¹² (2001) señalan tres ideas básicas relevantes para la educación:

- “Desarrollo psicológico visto de manera prospectiva”. El o la docente debe ser capaz de identificar la zona de desarrollo próximo de el o la estudiante, para poder potenciarlo y así provocar avances que no ocurrirían espontáneamente.
- “Los procesos de aprendizaje ponen en marcha los procesos de desarrollo”. La escuela tiene un rol fundamental en la promoción del desarrollo psicológico de el o la estudiante, debido a que el aprendizaje impulsa el desarrollo de este.
- “Intervención de otros miembros del grupo social como mediadores entre cultura e individuo”. Esto es esencial para el desarrollo infantil de el o la estudiante. La escuela como agente cultural de las sociedades letradas desempeñan un papel especial en la construcción del desarrollo integral de los miembros de esas sociedades.

Como las actividades estarán apuntadas a que los y las estudiantes trabajen de forma grupal, se pretende que cada uno de ellos investigue y descubra a través del juguete aquellos conceptos y fenómenos que se desean estudiar. Además entrega la posibilidad de que el o la estudiante investigue de forma individual para enfrentar los problemas que se les presenten, pero posteriormente pudiendo compartir con sus pares aquellas cosas que ha investigado. Esto promueve la sociabilización por parte del estudiantado, pudiendo de forma conjunta poder avanzar en la zona de desarrollo próximo y adquiriendo un aprendizaje ya sea, tanto de forma personal del estudiantado, como de forma grupal.

¹²Cfr. Carrera, Beatriz y Mazarella, Clemen “Vygotsky: enfoque sociocultural”, pág. 43.

1.1.4. Contribuciones de: David Ausubel.

Ausubel plantea que las ideas de Bruner (el aprendizaje debe de ser por descubrimiento) no se contraponen a la idea de tener un aprendizaje por exposición, debido a que ambos pueden ser igual de eficaz, logrando de esta forma, un *aprendizaje significativo*, haciendo que los y las estudiantes relacionen los nuevos conocimientos con aquellos que tenía adquiridos anteriormente. Es así como se distinguen dos tipos de aprendizajes, el aprendizaje significativo y el aprendizaje mecánico.

Arnaldo González (2005) define estos dos tipos de aprendizajes como:

- “Un aprendizaje es *significativo* cuando los contenidos son relacionados de modo *no arbitrario* y *sustancial* (y no al pie de la letra) con lo que el estudiante ya sabe”. Esto indica que los contenidos deben tener una intencionalidad por parte de el o la docente, debido a que de esta manera el o la estudiante podrá relacionar los nuevos contenidos con aquellos que ya ha adquirido anteriormente.
- “El aprendizaje *mecánico*, contrariamente al aprendizaje significativo, se produce de tal forma que la nueva información es almacenada arbitrariamente, sin interactuar con conocimientos pre-existentes”. Un ejemplo que nos presenta el autor corresponde a la memorización de las fórmulas en Física, debido a que el o la estudiante no posee conocimientos previos para que esto sea algo significativo en su aprendizaje y solamente forma parte de un método de memorización.

Este aprendizaje mecánico, al no ser relacionado con los conocimientos anteriores que posee el o la estudiante, no puede ser retenido por mucho tiempo, o bien, el nivel de retención es menor, “siendo imposible para el

estudiante utilizar el nuevo conocimiento de forma original o innovadora” [González, 2005]. Pero aun así, cada uno de los tipos de aprendizajes, no son excluyentes, sino lo importante corresponde en saber cuáles son los conocimientos previos que se poseen, para poder así hacer uso de estos aprendizajes de buena manera. Es así como González (2005) concluye diciendo que el aprendizaje mecánico es acumulativo, semejante a una reacción en cadena, es decir, si un contenido se aprendió mecánicamente, y para un nuevo conocimiento que necesite de este, también será adquirido de forma mecánica.

La implementación del juguete en el aula, tiene por objetivo, que el o la estudiante relacione aquellos contenidos (en este caso, del área de la Física) que corresponden a los fenómenos Físicos que lo rigen, con los ya adquiridos por ellos y ellas anteriormente, debido a que ya poseen un conocimiento previo del funcionamiento del juguete¹³ o alguna idea de algún dispositivo que tenga un funcionamiento similar. Teniendo así, la posibilidad de obtener aprendizaje significativo dentro de la actividad presentada en la clase.

Para Barriga y Hernández (2007), Ausubel “postula que el aprendizaje implica una reestructuración activa de las percepciones, ideas, conceptos y esquemas que el aprendiz posee en su estructura cognitiva”. De esta manera se expone que no todo el aprendizaje significativo se realizará en el aula por medio del descubrimiento, sino que también de forma expositiva, de manera que el o la docente hace traspaso de información y entrega del nuevo conocimiento a el o la estudiante. De esta forma, los autores clasifican el

¹³Los y las estudiantes pueden conocer el juguete a utilizar, y además pueden poseer conocimiento del funcionamiento de este, pero esto no implica directamente en que ellos o ellas tengan conocimiento de los fenómenos físicos que se encuentran involucrados en el funcionamiento del mismo. Incluso, se pueden tener concepciones erradas del funcionamiento de este.

aprendizaje escolar¹⁴ ya sea por *recepción* o por *descubrimiento*, y a su vez estas se pueden clasificar por *repetición* o *significativo*. Entonces, en este planteamiento, se siguen complementando el aprendizaje por descubrimiento y el expositivo, dado que se deben de utilizar cada uno, a medida que se va avanzando en el conocimiento de el o la estudiante. Es por ello que al realizar un contraste por parte de ellos y ellas, entre las hipótesis personales, las grupales y la posterior formalización del conocimiento o explicación del funcionamiento del juguete por parte del profesor o la profesora. Pudiendo así reestructurar todo su esquema cognitivo si fuese necesario.

Para Arnaldo González (2005), el hecho de saltarse alguna etapa o dejar incompleto algún proceso *docente-educativo* será muy difícil de recuperar, llevando a el o la estudiante, a adquirir el conocimiento futuro de forma mecánica casi en su totalidad, llevando a la incapacidad por parte de este, de adquirir nuevos conocimientos de forma significativa. De esta forma, se entrega la responsabilidad al profesor o la profesora de planificar las actividades con intencionalidad clara y así poder cumplir los objetivos fijados.

El carácter y singularidad de los juguetes, es decir, que sean cercanos para el estudiantado, y el hecho que han sido parte de la niñez de ellos y ellas, forman una experiencia más íntima o con una mayor afinidad a estos, en comparación a otros recursos didácticos que se pueden utilizar, provocando que por medio de esto, que se realice una apropiación significativa del conocimiento y/o aplicación de conceptos Físicos mediante el uso de estos juguetes. Es así como construyen un conocimiento significativo con el uso de estos, debido a que el estudiantado ya estuvo en contacto con estos juguetes, o algún dispositivo similar, asimilando de esta forma de mejor manera el conocimiento del funcionamiento Físico de los juguetes. El profesor y la

¹⁴ Cfr. Barriga, Frida y Hernández, Gerardo “Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista” (2007), pág. 22.

profesora, deberán de tener en consideración el uso de estos, para que el uso de ellos, sea un proceso por descubrimiento, dando la posibilidad de que el estudiantado adquiera de forma significativa el conocimiento.

1.1.5 Contribuciones de: Yves Chevallard.

El aprendizaje es “entendido como el *efecto perseguido* por el estudio, no se produce sólo cuando hay enseñanza, ni se produce únicamente *durante* la enseñanza. El estudio –o *proceso didáctico*- es un proceso más amplio que no se restringe, sino que engloba, al “proceso de enseñanza y aprendizaje” [Chevallard, Bosch & Gascón, 1997]. Indicando de esta forma, que el proceso didáctico no sólo se realiza en la sala de clases, sino también, fuera de los colegios y liceos (que corresponden a *instituciones didácticas*), en la que estos deben de entregar los medios para que se pueda seguir estudiando, cuando se necesite, ya sea, cuando no se encuentran físicamente en la institución educativa, o posteriormente, cuando sea mayor y se enfrente a nuevas problemáticas en la vida, ellos y ellas puedan tener las herramientas necesarias para poder seguir estudiando, y de este modo, encontrar solución a los distintos problemas presentados.

Al ser el aprendizaje “considerado como el proceso psico-cognitivo fuertemente influenciado por factores motivacionales y actitudinales del alumno-aprendiz” [Chevallard, Bosch & Gascón, 1997], los profesores y las profesoras de Física deberán prestar especial atención en la selección de los juguetes a utilizar, para que los y las estudiantes, por medio de estos presenten una buena disposición en las actividades a realizar, mejorando de esta forma el proceso de aprendizaje del estudiantado. Es así como “el profesor sólo puede pretender modificar la enseñanza que él imparte para intentar mejorar el aprendizaje” [Chevallard, Bosch & Gascón, 1997], intentando encontrar la herramienta más adecuada para poder mejorar el aprendizaje entregado.

Chevallard, en sí, hace su propuesta de Didáctica en las Matemáticas, proponiendo formas de realizar el proceso de transposición didáctica en las clases de esta asignatura. Pero esta propuesta también puede ser utilizada por el resto de las disciplinas. Siendo un aporte muy importante en el uso de los juguetes en las clases de Física, debido a que se debe realizar una transposición didáctica para poder enseñar y aprender por medio del funcionamiento de los juguetes que posean explicaciones de ciertos fenómenos Físicos, debido a que en algunos de estos el funcionamiento es mucho más complejo que aquel fenómenos Físico en específico que se desea explicar y que de esta forma puedan ser adecuadas las actividades para internalizar los contenidos por parte del estudiantado, que es lo buscado en cada una de las actividades realizadas.

Los científicos, a lo largo de la historia, han hecho sus publicaciones en un lenguaje específico y técnico, que tan sólo es reconocido por sus pares. Siendo de esta forma, publicaciones difíciles de entender para los estudiantes de los liceos y colegios. Es por ello, que en las escuelas, los y las docentes, deben de realizar una transposición didáctica, para poder enseñar el contenido seleccionado, con fines específicos y pedagógicos.

Para poder entender lo que plantea Chevallard, Marianella Lorenzo introduce la noción de *saber*, como “una forma de organización del conocimiento, pero no todo conocimiento es saber. Un saber es siempre supuesto, se encuentra como potencialidad o carencia cuando queremos aprenderlo” [Lorenzo, s.f.]. Esto es un objeto de deseo para el o la estudiante, el poder adquirirlo e internalizarlo. Y es el rol del profesor o profesora, el entregar las herramientas para que el estudiantado, por medio de diferentes procesos didácticos, puedan llegar a este saber.

La transposición didáctica “es un proceso y no una práctica individual. Se realiza en las prácticas de enseñanza de los profesores, pero esto no lo agota”.

Además añade, “para describir este proceso es necesario distinguir el movimiento que lleva de un saber –en tanto objeto producido por la cultura- a un saber a enseñar, del que transforma este saber a enseñar a un saber enseñado” [Cardelli, 2004]. Es en este proceso en donde juega un rol importante los y las docentes, basándose en el currículum, ellos y ellas deben de realizar el proceso desde un “saber sabio” a un “saber a enseñar”, llevando el conocimiento a las aulas, de manera que los y las estudiantes puedan hacerlo propio. Es así como en el funcionamiento de los juguetes con determinados fenómenos Físicos, el saber sabio corresponderá a aquellos fenómenos que son explicados por los científicos de manera formal, el saber a enseñar, corresponderá a de qué forma los profesores y las profesoras llevan este saber al aula, por medio de los juguetes que sirvan para poder explicar ciertos fenómenos Físicos por medio de su funcionamiento y el saber enseñado es la internalización del conocimiento de aquellos fenómenos por medio de las actividades y problemáticas presentadas por el o la docente en el transcurso de la clase.

Dentro de esto, Juan Barros nos presenta que “el trabajo del profesor consiste en realizar para sus alumnos el proceso inverso al que realiza el matemático; su labor será buscar el problema o los problemas de donde surgió el saber sabio, con el fin de recontextualizarlo, adaptar estos problemas a la realidad de sus alumnos, de modo que los acepten como “sus problemas”, es decir, repersonalizarlos y luego provocarlos, mediante problemas adecuados, para que los integren al cuerpo teórico conocido, emulando al matemático en su descontextualización y despersonalización” [Barros, 2008]. Dando a entender el trabajo que se debe realizar por parte de los y las docentes para que este proceso de transposición didáctica se lleve a cabo, realizando que por medio de esto, los y las estudiantes hagan suyos el conocimiento que se les presenta. Es así como en este proceso se omite el proceso de descubrimiento del

conocimiento a entregar, en donde se oculta toda esa evolución que llevó a este conocimiento.

Antonio Bolívar (2005) indica que “dentro del triángulo o terna didáctica (enseñante, saber y aprendiz) ya no se trata de una relación enseñante-alumno (o enseñanza-aprendizaje) sino que agrega el saber, como el elemento constitutivo fundamental”. Aquí nos centramos en los y las estudiantes, llevando este saber sabio, a un contexto escolar, haciendo que ellos logren hacer propios estos conocimientos, realizando una recontextualización del contenido (o saber sabio) que se desea enseñar y aprender.

Yves Chevallard, Marianna Bosch y Josep Gascón (1997) indican que “generalmente la gente se agrupa para compartir el esfuerzo y los logros, formando así una *comunidad de estudio*”. Llevando esto a las clases realizadas en los colegios y liceos, es fundamental el uso de actividades grupales para que el aprendizaje sea colectivo, en donde se puedan potenciar las individualidades de cada uno y una de los y las estudiantes. Es así como el uso de juguetes dentro de las clases de Física aportan un componente importante dentro del desarrollo del aprendizaje del estudiantado¹⁵, en donde se realiza un trabajo colectivo dentro del grupo para poder resolver los problemas que se le presente en el funcionamiento del juguete con algún fenómenos Físicos en específico que se desea estudiar, llegando a un aprendizaje grupal, siendo internalizada por cada uno de los integrantes de este.

Dentro de la propuesta de Yves Chevallard, el uso de juguetes en las clases de Física es fundamental, debido a que se realiza un trabajo en equipo, realizando actividades que han sido propuestas por el profesor o la profesora de forma grupal, obteniendo de este modo, un aprendizaje colectivo en el desarrollo de dichas actividades, potenciando además las individualidades de

¹⁵ Cfr. Güémez, Julio “Juguetes con interés científico” (2003), pág. 1.

cada uno de los y las estudiantes que componen el grupo. Para que se pueda realizar esta clase con juguetes, el profesor o la profesora deberán de realizar un proceso pedagógico, para poder hacer que aquel fenómeno Físico que se desea estudiar, pueda ser adquirido por parte del estudiantado por medio de las actividades presentadas. De esta forma se lleva a cabo la transposición didáctica, realizándose por medio de fenómenos didácticos, pudiendo así ser utilizados y adecuados en el currículo escolar y de este modo, puedan ser estudiados por parte de los y las estudiantes. El uso didáctico de estos juguetes es esencial para poder motivar al estudiantado, pudiendo trabajar y realizar las actividades o problemas que se les presentan en el desarrollo de la clase.

1.2. Modelos Didácticos de Enseñanza de las Ciencias Naturales.

¿Qué es una metodología?

Se entenderá por Metodología de enseñanza – aprendizaje¹⁶ como “un conjunto coherente de técnicas y acciones lógicamente coordinadas para dirigir el aprendizaje de los alumnos hacia determinados resultados de aprendizaje”. Por medio de esto, se busca distintos resultados, como el tipo de aprendizaje que se pretende lograr con el estudiantado, los diferentes métodos para lograr una progresiva autonomía por parte de ellos, entre otros.

El o la docente deberá de seleccionar de diferentes metodologías la más adecuada para la planificación de su clase, para lograr de esta forma un resultado más eficaz según el contenido a enseñar, el nivel del curso a tratar, las actividades a implementar, entre otras. Facilitando así el buen desempeño del profesor o profesora, dentro del desarrollo de la clase, pudiendo potenciar de mejor forma las dinámicas de enseñanza, entregando distintos roles a cada uno de los actores en el aula, dentro del proceso de enseñanza – aprendizaje.

El éxito dentro de este proceso “depende tanto de la correcta definición y determinación de sus objetivos y contenidos, como de los métodos que se aplican para alcanzar dichos objetivos” [Herrera, 2010].

El gran problema actual que involucra a las profesoras y los profesores de ciencias naturales, es: ¿de qué manera enseñar ciencias obteniendo resultados de aprendizajes significativos en el estudiantado? Ante esta duda, las educadoras y los educadores se ven envueltos en la toma de decisiones que implican necesariamente los tipos y formas de enseñar, en este sentido se busca emplear algo que sea una representación simplificada de la realidad, lo

¹⁶ Guía docente de la UPV: criterios para su elaboración.
http://www.aqu.cat/doc/doc_52850666_1.pdf

cual responde al concepto de “modelo”, de este modo se realiza la transposición didáctica en el proceso de enseñanza. Pero, cuando esto es insertado en el área de la pedagogía, corresponderá a lo que se conoce como modelos didácticos de enseñanza de las ciencias naturales, en las cuales privilegian aquellas que contengan características de ser didáctica, eficaz, adecuada y por sobre todo, que entregue aprendizaje significativo. Sin embargo, es de suma importancia considerar los siguientes aspectos que debiera poseer y tomar en cuenta de un modelo didáctico de enseñanza:

- Una determinada concepción del aprendizaje de las ciencias.
- Una determinada concepción del hombre y la cultura.
- Unas determinadas estrategias para alcanzar sus intenciones.
- Unos determinados medios para potenciar esas estrategias.

Para llegar a estas acciones, las y los docentes deberán aplicar y basarse en algún tipo de modelo didáctico. Existen variados modelos didácticos de la enseñanza de las ciencias naturales, que son empleados en las aulas, con fines de mejorar la enseñanza y la comprensión de las mismas. Estos modelos tienen el propósito de visualizar una panorámica mucho más amplia, articulada con los nuevos planteamientos y exigencias del medio social, cultural e histórico de las y los educandos, siendo así más flexible y oportuno el aprendizaje de las ciencias, lo que puede ver reflejado en los resultados de las y los estudiantes e inclusive hasta en la mirada que les dan a las ciencias naturales, recordemos que las acciones cotidianas tienen su referente en los modelos didácticos de enseñanza.

Los modelos¹⁷ más utilizados en el área de las ciencias naturales son los siguientes:

1.2.1. Metodología Indagatoria para la enseñanza de las ciencias.

El término “metodología” hace referencia al significado de un conjunto de procedimientos guiados para concretar ciertos objetivos o propósitos. Mientras que la “indagación” se interpreta como un conjunto de preguntas e investigaciones que se llevan a cabo para conocer datos o informaciones.

Ahora que se tiene más claro la idea de metodología e indagación, se da origen a la metodología indagatoria para la enseñanza de las ciencias, la cual está basada y orientada a alcanzar aprendizajes realmente significativos y perdurables en los y las estudiantes, al ser aplicada en las aulas de clase. Esta metodología, está basada en la realización de una actividad indagatoria que tiene como foco principal abordar una situación problemática, como el de preguntar respecto a un determinado fenómeno que sea de interés con la finalidad de analizarlo e investigarlo. Sin embargo, esta situación problemática se lleva a cabo mediante una secuencia de etapas, donde los y las estudiantes adquieren y ponen en práctica distintas habilidades científicas, como el de la observación, construcción de hipótesis, explicación y aplicación de ideas relacionadas con dicho fenómeno de investigación. Arenas (2005) indica que las etapas de esta metodología indagatoria, la conforman:

- **Etapas de focalización:** está marcada por la expresión y explicación de los y las estudiantes acerca de las ideas relacionadas con la situación problemática. Se requiere que en esta etapa el profesor o la profesora utilice preguntas motivadoras que permitan iniciar la

¹⁷ Cfr. Ruiz, Francisco “Modelos Didácticos para la Enseñanza de las Ciencias Naturales” 2007, pág. 45 – 51.

actividad, además de formar una especie de registro de las ideas previas que tienen los educandos. Esto se conoce como la “lluvia de ideas”. Tal como indica Bruner, es necesario poseer conocimientos previos respecto al fenómeno a tratar, debido a que con esto, se pueden realizar las actividades para reafirmar o reacomodar los esquemas cognitivos del estudiantado si fuera necesario.

- **Etapa de exploración:** aquí los y las estudiantes ponen en práctica sus ideas previas pero entorno a una discusión, en la cual colocan a prueba los prejuicios respecto al fenómeno o tema en cuestión. En términos generales, los y las estudiantes elaboran una hipótesis usando como recurso las ideas previas y con ellos forman una explicación del fenómeno a tratar, desarrollando habilidades como la de observación y explicación.
- **Etapa de comparación o contraste:** luego de realizar la experiencia, llega el momento de comparar las hipótesis o predicciones creadas por los y las estudiantes con los resultados obtenidos. Es donde corrigen los posibles errores y conocen finalmente el fenómeno en su totalidad, vale decir, son capaces de responder preguntas relacionadas al fenómeno tales como: ¿por qué se origina?; ¿cómo funciona?; ¿qué explicación científica tiene?, entre otras. Es donde se realiza la reacomodación de las estructuras mentales, al poder comparar y saber si sus ideas previas respecto al fenómeno estudiado eran o no correctas.
- **Etapa de aplicación:** finalmente, la idea de esta etapa es colocar a los educandos en nuevas situaciones que permitan tener fenómenos iguales o parecidos al enseñado, con la idea de reforzar y mantener el aprendizaje obtenido. También se puede adoptar como una

oportunidad de investigación en que los y las estudiantes pueden desarrollar.

Por medio de esto se busca que el aprendizaje sea significativo para el y la estudiante por medio de actividades no arbitrarias ni sustanciales, sino con un fundamento didáctico en cada una de ellas. Para poder lograr esto, los y las docentes de Física debe realizar la transposición didáctica del contenido a tratar, en donde se pasa de un “saber sabio” respecto a las leyes Físicas que rigen el funcionamiento del juguete a un “saber a enseñar” de dicho funcionamiento Físico, acercando este saber en cada una de las etapas de esta metodología por medio del estudio del funcionamiento de cada uno de los juguetes seleccionados.

Al realizar esta metodología con actividades grupales, se trabaja en la zona de desarrollo próximo de los y las estudiantes, los cuales se apoyan dentro del grupo, potenciando el aprendizaje individual de cada uno de ellos y ellas, internalizando aquel contenido Físico que se está estudiando en cada actividad, pudiendo en un futuro resolver de forma individual las problemáticas que se presenten e involucren el uso del fenómeno Físico estudiado.

1.2.2. Modelo didáctico de enseñanza por Descubrimiento.

Implica una visión distinta a la presentada en un modelo de enseñanza por transmisión – recepción (que no es objeto de estudio en este caso), basándose en dos aspectos. El primero corresponde al modelo por descubrimiento guiado, en el cual se trata de un proceso de orientación que se les da a los y las estudiantes, donde se les otorgan elementos y recursos para resolver problemas expuestos y/o situaciones, en consecuencia, que sean ellos mismos quienes obtengan la respuesta. El otro caso de modelo por descubrimiento es el autónomo, que plantea que el o la estudiante por si mismo son capaces de llegar a la respuesta, solución o elaboración de conclusiones.

Cualquiera de los dos modelos por descubrimiento anteriormente tratados, cambia la panorámica del estudiantado, donde se permite establecer y estar conscientes de que esta se da en un contexto cotidiano, además de estar próxima a la ciencia.

Sin embargo, para Ruiz (2007) dentro de las características más relevantes de este modelo didáctico, son:

- “El conocimiento está en la realidad cotidiana, y el alumno, en contacto con ella, puede acceder espontáneamente a él”.
- “Es mucho más importante aprender procedimientos y actitudes que el aprendizaje de contenidos científicos”.

Lo anterior, hace presente que este modelo se resume a dos cualidades, la primera de ser inductivista dado que los y las estudiantes son capaces de elaborar observaciones, ideas, conclusiones generales, a partir de premisas particulares, y en segundo lugar, es procedimental, vale decir, abarca un proceso sistematizado del estudiantado, el cual es parte de su propia experiencia y cotidianidad.

En cuanto a los y las estudiantes, se les permite que se desarrollen como si fueran pequeños científicos, para que a través del razonamiento inductivo descubran los conceptos y leyes a partir de las observaciones y el contacto con la realidad, por lo tanto, el modelo didáctico es partidario de que la mejor manera de aprender ciencia significativamente es haciendo ciencia, además de adquirir destrezas de investigación, como lo es la observación, experimentación, planteamiento de hipótesis y elaboración de conclusiones.

La postura de el o la docente, en cambio, es de carácter orientador, es precisamente quien los guía para poder llegar a las respuestas, es decir, coordina el trabajo en el aula, sustentado por actividades empíricas. “Aquí,

enseñar ciencias es enseñar destrezas de investigación (observación, planteamiento de hipótesis, experimentación), esto hace que el docente no dé importancia a los conceptos y, por tanto, relegue a un segundo plano la vital relación entre ciencia escolar y sujetos” [Ruiz, 2007]. Haciendo que el inductivismo extremo sea condición fundamental y necesaria para la enseñanza, dejando a los y las estudiantes que por sí solos deban descubrir el conocimiento.

Además, considera irrelevantes los contenidos, pues es más importante la aplicación del método científico y su cumplimiento riguroso, o la comparación de la mente del educando con la del científico, que la discusión de lo conceptual¹⁸. Desconociendo así la estructura cognitiva de las y los estudiantes. Haciendo que ellos y ellas tomen un rol similar al del científico o científica, pero fuera del contexto y la dinámica por el cual estos últimos pasan en el proceso de descubrimiento del conocimiento.

1.2.3. Modelo didáctico de enseñanza por Investigación.

“Este modelo reconoce una estructura interna en donde se identifica claramente problemas de orden científico y se pretende que éstos sean un soporte fundamental para la secuenciación de los contenidos a ser enseñados a los educandos” [Ruiz, 2007].

Está basado en una postura constructivista, en la construcción del conocimiento, fundamentado en la resolución de problemas científicos dándoles una secuencia lógica a los contenidos que deben ser enseñados a los educandos. Con respecto al estudiantado, pasa a ser un sujeto activo, que posee conocimientos previos, capaz de exponer distintas posturas a la información que se le está planteando y además, desarrollan procesos

¹⁸Cfr. Ruiz, Francisco “Modelos Didácticos para la Enseñanza de las Ciencias Naturales” 2007, pág. 47.

investigativos con fines de presentar soluciones a la problemática expuesta, en los cuales dan origen a procesos más interesantes y significativos.

El rol de el o la docente, es el que debe preparar problemas representativos, que posean sentido y significado para los educandos, les permita establecer un vínculo entre la ciencia escolar y los contenidos que se patentan en las situaciones problemáticas, con la finalidad de dar cercanía en el contexto de los y las estudiantes con su alrededor, así para dar origen a mayor significación, tal como de ser protagonistas mediante sus propias experiencias y vivencias aportadas en la sala de clases. Las estrategias que emplea el profesor o la profesora deben ser flexibles con el conocimiento, teniendo presente algunos factores que se relacionan con la motivación, comunicación, cognición y lo social, dentro del aula de clases, pues, son requeridos e indispensables desarrollar en los y las estudiantes con respecto a la ciencia.

Cabe señalar, que esta propuesta envuelve a los problemas (la esencia del mismo) asumidos como “una situación incierta que provoca en quien la padece una conducta (resolución del problema) tendiente a hallar la solución (resultado) y reducir de esta forma la tensión inherente a dicha incertidumbre” [Perales, 1998]. Desde este ángulo, el planteamiento de esta clase de problemas permite varios aspectos:

- Diagnosticar ideas y construir nuevos conocimientos.
- Adquirir habilidades de rango cognitivo.
- Promover actitudes positivas hacia la ciencia y actitudes científicas.
- Acercar los ámbitos del conocimiento científico y cotidiano.
- Evaluar el conocimiento científico de los y las estudiantes.

El modelo didáctico de enseñanza por investigación, establece que lo esencial es conseguir razonamientos, reflexión y crítica del conocimiento que los y las docentes le están entregando al estudiantado, para fomentar un mejor y mayor desarrollo de habilidades cognitivas y de actitudes frente a la ciencia, con fines de enfrentar con más preparación y solidez los problemas que se presenten cotidianamente.

A continuación, se presenta un cuadro resumen de los modelos didácticos y metodología indagatoria para recalcar los principales roles que desarrollan el estudiantado y los educadores en cada uno de ellos.

Cuadro resumen de Modelos Didácticos de Enseñanza de las Ciencias Naturales.

Enseñanza a través de:	Rol del Estudiantado:	Rol de el o la Profesora:
El Modelo por Descubrimiento.	Descubre por medio de recursos otorgados por el profesor, desarrollan razonamiento inductivo y descubre conceptos.	Guía el aprendizaje a descubrir, les proporciona recursos para obtener la respuesta.
El Modelo por Investigación.	Diagnostica, crítica, evalúa ideas para construir nuevos conocimientos.	Entrega problemas científicos para que sean resueltos.
La Metodología Indagatoria.	Adquieren y desarrollan habilidades científicas mediante una actividad indagatoria.	Presenta una situación problemática a desarrollar.

Con respecto a nuestra propuesta, es decir, el enseñar Física mediante el uso de juguetes, se puede adecuar las actividades a los diferentes modelos y metodologías propuestas anteriormente. Recordemos que la propuesta se basa en una actividad, en la que los y las estudiantes, visualizan el funcionamiento del juguete en cuestión. Esto permite que se adecue al modelo didáctico por descubrimiento, dado que, a medida que van observando el fenómeno, van descubriendo conceptos y leyes Físicas presentes en él. En este caso el o la profesora les facilita dicho juguete para que el estudiantado lo examine, manipule y permitan establecer conclusiones, en otras palabras, el juguete es el recurso brindado por el o la docente.

No obstante, también puede ajustarse al modelo didáctico por investigación. Es aquí donde podría el juguete jugar un rol investigativo, puesto que, los y las estudiantes evaluarán los fenómenos presentes en su funcionamiento, todo con ayuda de el profesor o la profesora, cuando por ejemplo les realice preguntas acerca de este y puedan construir su propio conocimiento, con ayuda del desarrollo de habilidades y competencias científicas para lograr dicho conocimiento basado en aprendizajes. La ventaja que tiene este modelo a diferencia del anterior que podría considerarse de carácter más cotidiano, lo que permite aportar también las experiencias de los propios estudiantes en el transcurso de la actividad.

Si bien la metodología indagatoria no es una “novedad” en la enseñanza, debido a que desde hace ya un par de décadas se desarrollan programas en Francia (conocida como “La main à la pâte” [Verdugo, s.f.]) y Estados Unidos, así como en muchos otros países del mundo, siendo este un “procedimiento de exploración científica, fundado sobre la observación de lo real, la manipulación, la investigación (experimentación acompañada) cuyo objetivo es una aproximación progresiva de las nociones y conceptos científicos” [Filsecher, Flores, Runge & Verdi, 2008]. En Chile, esta metodología es implementada en

escuelas básicas de cuatro regiones del país a través del Programa de Educación en Ciencias Basado en la Indagación (ECBI), que lleva a cabo el Ministerio de Educación junto a la Academia Chilena de Ciencias y una serie de universidades del país, esta es la que más se ajusta a nuestra propuesta. Primero, porque en las actividades elaboradas apoyadas en el uso de juguetes, presenta similares etapas a la de una actividad indagatoria, lo que equivale a decir, la presencia de la etapa de focalización, exploración, comparación y aplicación. Y lo segundo, porque creemos que es más fácil aprender ciencia haciendo ciencia, como lo permite la metodología indagatoria. Como indica Hernán Verdugo (s. f.) “en nuestro país se está intentando llegar a la Enseñanza Media”, existiendo una buena disposición por parte de profesores para hacer uso de esta metodología, realizando cursos de capacitación para poder perfeccionarse y así implementarlo de mejor manera, potenciando al máximo las ventajas que esto trae.

“Con el modelo indagatorio, niñas y niños aprenderán no sólo los contenidos sino, además, los procesos que permiten aceptarlos como correctos y verdaderos” [Arenas, 2005]. Obteniendo de esta manera una internalización del conocimiento por parte de las y los estudiantes, logrando hacer que de forma activa, ellos y ellas posean un aprendizaje significativo en el descubrimiento de las respuestas a los problemas que se les presentan. Por medio de este modelo, los y las estudiantes realizarán las actividades en grupo¹⁹, guiados por el profesor o la profesora, apoyando así a ellos y ellas a verificar sus hipótesis realizadas.

¹⁹ Las actividades grupales que se proponen tienen como un máximo de 4 integrantes idealmente, debido a que así se puede obtener un máximo de provecho a dichas actividades. Pero esto está sujeto a la cantidad de estudiantes que posea el curso y los recursos didácticos que posea el profesor o profesora.

En cuanto a las etapas, en nuestra actividad están claramente definidas. El propósito nuestro es que los y las estudiantes les sea más fácil, más contextualizado el aprender ciencias, que no sólo se base en la memorización y reproducción de ideas y conceptos que finalmente no pueden aplicar, sino que estos se sientan unos verdaderos investigadores, usando el método científico que es la base de la metodología indagatoria, en consecuencia, estimularán tanto sus capacidades como habilidades científicas que podrán utilizar a futuro.

Las y los estudiantes, elaboran distintas respuestas a las preguntas presentadas, realizando la experiencia concreta y de esta forma contrastar los resultados obtenidos con las hipótesis realizados por ellos y ellas en un comienzo, obteniendo con esto que el aprendizaje sea significativo. Para esto “el profesor sí debe asesorar el trabajo de los alumnos y debe conocer muy bien el objetivo de la actividad, pero no darle las respuestas” [Verdugo, s.f.], obteniendo con esto que las y los docentes guíen al estudiantado para poder de esta forma lograr los objetivos propuestos, ayudándolos a reflexionar y buscar respuestas, pero no entregándolas.

La metodología indagatoria, cumple con los requisitos que demanda nuestra propuesta, es por eso que la hemos considerado y clasificado dentro de las más óptimas para desarrollar nuestras actividades, dado que, el profesor o la profesora es un orientador y estimulador de los aprendizajes que se obtienen mediante la realización de la actividad que efectúa el estudiantado, considerándose que también por las etapas, permiten adoptar distintos roles y procesos que ayudan a obtener aprendizajes significativos o perdurables en el tiempo, y que esto figura como nuestro mayor objetivo.

1.3. ¿Qué significan los juguetes?

1.3.1. Los juguetes de Física.

Si se desea saber qué se entienden por juguetes de Física, es necesario comenzar a analizar los significados de juguetes (y las acciones que ellos conllevan) de forma general, viendo de esta manera, lo importante que es para el desarrollo de los y las estudiantes el uso de éstos. Los juguetes cumplen un rol importante en cada uno de los estadios que ellos pasan, involucrándolos ahora en la enseñanza de las ciencias, en este caso especial, en la enseñanza de las ciencias Físicas.

Para entender lo que significa para la sociedad el juego, es necesario hacer el análisis semántico de este. En latín el juego²⁰ se denominaba **ludus**, “que ha dado al castellano de forma directa el cultismo lúdico”. Y en el latín vulgar el término **jocus** “con un significado más cercano al de broma, burla, diversión”. Gutiérrez²¹ encontró algunos otros significados para la palabra juegos. Para los hebreos, significaba broma y risa, para los griegos antiguos significaba las acciones propias de los niños, a los romanos “ludo” significaba alegría, jolgorio.

Se han escogido algunas de las definiciones de juego²², extraída de la Real Academia de la Lengua Española (RAE), las cuales serían:

- Acción y efecto de jugar.
- Ejercicio recreativo sometido a reglas, y en el cual se gana o se pierde.
- Habilidad o astucia para conseguir algo.

²⁰ “análisis semántico de los juegos”

<http://www.juntadeandalucia.es/averroes/~14002996/archivos/ciclos/tjuegos.pdf>

²¹ Cfr. Gutiérrez, Manuel “La bondad del juego, pero...” (2004), pag.156

²²Más definiciones de “juego” en

http://buscon.rae.es/draeI/SrvltConsulta?TIPO_BUS=3&LEMA=juego

Mientras que en la misma RAE, se tiene las siguientes definiciones de jugar²³:

- Hacer algo con alegría y con el solo fin de entretenerse o divertirse.
- Travesear, retozar.
- Entretenerse, divertirse tomando parte en uno de los juegos sometidos a reglas, medie o no en él interés.
- Llevar a cabo una partida de juego.

Es así como el juego se entiende como algo con finalidad de entretener, algo lúdico. Contraponiéndose a lo que tradicionalmente se entiende por el proceso de enseñanza – aprendizaje dentro del proceso educativo en los colegios. Es por ello que los y las docentes deben realizar la transposición didáctica, para darle una intencionalidad a los juguetes, y por medio del “juego”, poder internalizar los fenómenos Físicos que se desean enseñar.

Existen diferentes ciencias²⁴ implicadas en el estudio del fenómeno del juego, siendo estas:

- *Psicología*: ciencia que más interpretaciones aporta, sobre todo referidas al juego infantil y como éste acompaña al desarrollo motor, afectivo, social, etc.
- *Sociología*: estudia aspectos relacionados con la institucionalización de los juegos y la consolidación de hábitos recreativos en la población.

²³Más definiciones de “jugar” en

http://buscon.rae.es/draeI/SrvltConsulta?TIPO_BUS=3&LEMA=jugar

²⁴ “análisis semántico de los juegos”

<http://www.juntadeandalucia.es/averroes/~14002996/archivos/ciclos/tjuegos.pdf>

- *Antropología*: los fundamentos del juego tradicional como rasgo de la cultura nos acercan a un mejor análisis de los juegos de hoy en la sociedad moderna.
- *Pedagogía*: nos permite un gran conocimiento del juego y su aplicación, tratando de racionalizar el aprendizaje.

“Es esperable que los niños jueguen y que a través de ese juego se haga posible la elaboración de conflictos, las compensaciones, la realización de anhelos, la ejercitación que exprese el placer por el dominio de alguna función, la socialización y el intercambio” [Fernández, s.f.]. Siendo incluso, el juego algo necesario para el desarrollo de la niña o el niño, debido a que si alguno de ellos no lo hiciera, sería algo patológico y no normal. Según la autora, Piaget concibe al juego ligado al pensamiento del niño²⁵, teniendo el juego una relación con los procesos del desarrollo constructivo, estando en continuidad con el desarrollo del pensamiento.

Como indica María de Borja (1994), se llama “juego humano a una inagotable gama de actividades físicas, mentales, emocionales, comunicativas y sociales con finalidad de diversión; desarrolladas en la doble dimensión reproductora y creativa”. Es así como por cada estadio en el desarrollo mental de los niños o las niñas, ellos o ellas desarrollan distintos juegos, siendo estos específicos en cada estadio, incentivando y reafirmando el proceso. Entonces la autora nos presenta al juguete como “uno de los primeros modos de relación del ser humano como los objetos: representa y ofrece a las jóvenes generaciones mundos adultos en miniatura con claras referencias sociales y culturales” [De Borja, 1994]. Para Manuel Gutiérrez (2004) “el juego es una actividad sumamente compleja, la cual no se puede considerar exclusiva del ser humano, ya que es propia de cualquier especie animal superior, ni tampoco de la infancia, porque el hombre disfruta del placer del juego desde el nacimiento

²⁵Cfr. Fernández, Diana “Evolución del juego en el niño desde la teoría piagetana”, pág. 1.

hasta la muerte”. Bajo estas visiones, los juguetes tienen una carga informativa muy valiosa como para no ser aprovechada en los liceos y escuelas, pudiendo de esta manera, hacer uso de estos recursos por parte de el o la docente en sus clases, potenciando la incorporación del nuevo conocimiento por parte de los y las estudiantes.

En la enseñanza de la Física, tradicionalmente se realizaba de forma expositiva y memorística, haciendo que los y las estudiantes retengan fórmulas, fenómenos, experiencias, entre otros. Ellos y ellas ven cómo poco a poco esa información memorizada mecánicamente se va olvidando, o les cuesta realizar una asociación con las nuevas problemáticas presentadas en clases. Es por esto que se apunta a potenciar dichas clases con juguetes de Física, pudiendo de esta forma realizar clases donde se promueva el aprendizaje significativo por parte de los y las estudiantes. Es importante que se realice “un esfuerzo de divulgación entre el público, con el fin de crear conciencia de la necesidad de que nuestra sociedad sea “cultura”, científicamente hablando” [Martínez & Varela, 2005], centrando los esfuerzos en la divulgación de la Física por medio de juguetes, que despierten el interés de tanto pequeños, como para grandes.

Tal como indica Julio Güémez (2003) existen tres cosas importantes, “la primera es que los principios de la física son los mismos para todos los sistemas”. “La segunda es que la física puede decirse que trata de buscar semejanzas entre sistemas muy diferentes y a buscar las diferencias entre sistemas aparentemente muy semejantes”. “La tercera es que con alguna probabilidad la gente os intentará engañar”.

Considerando lo puntos anteriores, se entenderá entonces que se tienen los mismos principios Físicos en los juguetes que en la vida cotidiana, como por ejemplo, en los autos o aviones. Y además, el “engaño” se debe a que conscientemente o no (o por error), puede que las personas (o uno mismo), lleguen a engañar, debido a que lo único que nunca lo hará será la naturaleza.

“La explicación del funcionamiento de ciertos juguetes puede llegar a ser complicada, por lo que el docente que quiera utilizar juguetes en sus clases debe conocer bien la física subyacente a los mismos si quiere contestar con convicción y soltura a las preguntas de la audiencia” [Fiolhais C., Fiolhais M. & Güémez, 2010]. Dando a entender que para los y las docentes de Física, deben de seleccionar muy detalladamente aquellos juguetes a utilizar, para poder de esta forma, manejar todo fenómeno Físico que implique dentro del funcionamiento de este. Además los autores sostienen que “con determinado público, aquel con poca formación en Física, es recomendable no utilizar juguetes que pudieran fomentar la confusión al ser demasiado complejos para la audiencia” [Fiolhais C., Fiolhais M. & Güémez, 2010]. Indicando que se debe de seleccionar cuidadosamente los juguetes necesarios para el nivel que corresponda a las clases, exposiciones, o todo aquello en donde se haga uso de estos. De esta forma, los y las docentes, deben de tener muy claro el nivel alcanzado por sus estudiantes, pudiendo planificar una clase con el contenido que desea que los y las estudiantes asimilen, seleccionando los juguetes idóneos para este objetivo, siendo este una ayuda para el estudiantado para internalizar el contenido. Es aquí en donde se realiza la transposición didáctica necesaria para poder hacer uso de los juguetes y así dar la intencionalidad necesaria para explicar aquellos fenómenos Físicos con las que se espera explicar con estos.

1.3.2. La importancia de la Enseñanza de la Física mediante el uso de Juguetes.

Con respecto a la enseñanza de las ciencias, específicamente en el área de la Física, se han elaborado nuevas metodologías didácticas, basadas en la utilización de recursos que están al alcance de los y las docentes, como lo son los juguetes. Estos no son cualquier tipo de juguete, es decir, no basta con emplear por ejemplo un auto cualquiera o una muñeca, sino que lo fundamental es la selección de aquellos *juguetes* que cumplan la condición de ser capaces

de a través de estos mismos experimentar con algunos fenómenos de carácter Físico.

La relevancia de mejorar e innovar las metodologías didácticas de aula, surge por el hecho de cambiar un poco la mirada de la enseñanza de la Física tradicional, vale decir, mediante el empleo de fórmulas, comprobaciones de leyes mediante guías de laboratorio, o simplemente por memorización de contenidos y una serie de conceptos, que muchas veces los y las estudiantes no son capaces de apropiarse de ellos y por ende, sólo reproducen conocimiento. Con respecto a lo anterior, cabe señalar que siempre los juguetes para los niños han significado: diversión, descubrimiento, intriga, entre otras, ya que son elementos perfectos para captar la atención y motivación de los y las estudiantes, y que son necesarios a la hora de enseñar algún contenido o habilidad, lo que permite al estudiantado ya no sólo un proceso de aprender conceptos, sino, que se relaciona y se conecta con el desarrollo de competencias científicas a la hora de que los y las estudiantes logren explicar, seleccionar, inferir, descubrir e indicar aquellos fenómenos Físicos, presentes en el funcionamiento de algún juguete.

“Los juguetes se han utilizado habitualmente en Física como materiales pedagógicos. Los juguetes son útiles, tanto en el desarrollo de las clases y de las conferencias sobre Física, como para motivar el interés de los alumnos sobre esta materia. Son también dispositivos muy interesantes desde un punto de vista científico y pueden utilizarse para desarrollar proyectos de investigación con los alumnos. Sin embargo, en algunos juguetes la Física subyacente puede llegar a ser tan compleja para ciertas audiencias que se desaconseja su uso en tales situaciones” [Fiolhais C., Fiolhais M. & Güémez, 2010]. En este fragmento, los autores exponen lo que podría comportarse como las ventajas del uso de juguetes y las desventajas del uso no apropiado de éstos dentro de la enseñanza y transmisión de la Física. Lo fundamental de estas innovadoras

estrategias didácticas, es obtener el máximo de beneficios para la enseñanza de las ciencias.

En relación a la importancia de los juguetes en el área de las ciencias Físicas y las implicancias de éste mismo, Vicente López plantea que: “creo que me he sentido atraído por los juguetes a lo largo de toda mi vida por dos razones principales: porque sigo manteniendo la curiosidad y porque soy profesor de Física. Los juguetes están llenos de Física. Funcionan de acuerdo con los principios Físicos más variados y, además, a veces lo hacen produciendo sorpresa en el resultado lo que, a mi juicio, puede ser una buena base sobre la que comenzar un tema en el aula” [López, 2004]. Como se expuso anteriormente, se comparte la idea que los juguetes están llenos de fenómenos Físicos y que precisamente funcionan con principios Físicos diversos, de los cuales podemos obtener provecho como profesores si sabemos usarlos adecuadamente, planificando y escogiendo los juguetes adecuadamente.

No obstante, dado que si ya contamos con los juguetes para enseñar algunos fenómenos Físicos a los y las estudiantes, ¿Cómo adecuarlos a las aulas?; ¿Cómo adaptarlos a los contenidos de aprendizajes?; ¿Cómo y en qué momento de la clase obtener el mayor beneficio de la utilización de estos juguetes?; ¿El funcionamiento de dichos juguetes, se escapa de la Física que deben aprender los y las estudiantes? Si bien, las interrogantes anteriores, les surgen a los y las docentes, cuando deciden emplear juguetes en el aula, o en alguna enseñanza o demostración de fenómenos Físicos, estas preguntas son claves al momento de escoger alguna metodología de trabajo con ayuda de los juguetes, dado que los y las profesoras deben tener claro y definido la oportunidad de usarlos con la finalidad que sea de gran aporte para el estudiantado.

En el ámbito educativo, nuestro país presenta el currículo que está orientado a tener en cuenta las necesidades e intereses, junto con las demandas sociales y culturales para la construcción de conocimientos, desarrollo de habilidades y actitudes de los educandos. Este, se sostiene en un marco curricular, que se relaciona estrechamente con los ejes de estos, que velan la intencionalidad del sistema educativo, tomando siempre como prioridad las necesidades socioculturales más actuales; los contenidos transversales que surgen de los problemas que afectan actualmente a la sociedad y que forman parte del conocimiento cotidiano; el perfil educativo de los y las jóvenes, corresponde a las características que logran desarrollar con fines específicos; y los programas de estudios, que son fundamentales, ya que, es la guía con lo cual los y las docentes deben saber qué enseñar. Estos programas de estudios son conformados en base a competencias que se espera que deba alcanzar el estudiantado. No obstante, estos programas también especifican y precisan elementos técnicos válidos para el diseño de la acción educativa, dado que esto conlleva a la programación o planificación curricular de aula, teniendo presente las unidades didácticas constituyente de los programas de estudio. Dentro del ajuste curricular, es relevante al momento de diseñar una actividad para el aula tener en cuenta los objetivos fundamentales, pues, están asociados y en función de los contenidos mínimos obligatorios, además mencionan las habilidades y capacidades que deben desenvolver los y las estudiantes.

En las ciencias naturales, específicamente en el área de la Física, los objetivos fundamentales que podrían desenvolverse con mayor facilidad mediante el uso de los juguetes basadas en actividades de aula, son: los alumnos y las alumnas serán capaces de: *Organizar e interpretar datos, y formular explicaciones, apoyándose en las teorías y conceptos científicos en estudio; Valorar el conocimiento del origen y el desarrollo histórico de conceptos y teorías, reconociendo su utilidad para comprender el quehacer científico y la construcción de conceptos nuevos más complejos; Reconocer las limitaciones y*

la utilidad de modelos y teorías como representaciones científicas de la realidad, que permiten dar respuesta a diversos fenómenos o situaciones problemas; Analizar y argumentar sobre controversias científicas contemporáneas relacionadas con conocimientos del nivel, identificando las razones posibles de resultados e interpretaciones contradictorios; Reconocer que cuando una observación no coincide con alguna teoría científica aceptada la observación es errónea o fraudulenta, o la teoría es incorrecta. Éstos objetivos fundamentales, apuntan en todo momento al desarrollo y énfasis tanto en el proceso como en el avance de las capacidades y habilidades científicas, donde la utilidad de la enseñanza mediante los juguetes podría jugar en papel fundamental para la obtención de éstos.

1.4. Programas de Estudio de Enseñanza Media.

1.4.1. Programas de Estudio de Enseñanza Media en el subsector de Física.

Dentro del marco curricular, están presentes los planes y programas de estudio, estos a su vez, tienen la finalidad de orientar de manera secuencial y lógica, la entrega de los contenidos pedagógicos a cada uno de los y las estudiantes. Este conforma parte de un diseño curricular, el cual permite que se elaboren y sean de manera confiable, en cuanto a lo que se refiere en su cantidad y calidad. Cada descripción de un conjunto de actividades donde se involucre el proceso de enseñanza y aprendizaje, debe estar estructuradas de tal manera, que conduzcan al estudiantado a alcanzar una serie de objetivos de aprendizajes determinados.

En definitiva, en nuestro país los planes y programas de estudio son elaborados y regularizados por el *Ministerio de Educación de Chile*²⁶ (MINEDUC), mediante los encargados del área currículo y evaluación. Cabe destacar que el MINEDUC señala que “los planes de estudio definen la organización de cada nivel escolar. Consignan las actividades curriculares que los estudiantes deben cursar y el tiempo mínimo semanal que se les dedica”²⁷. En resumen, es lo que permite y determina la organización de cada nivel considerando la demora.

No obstante, los programas de estudio dentro de la enseñanza escolar forman parte de aspectos fundamentales en la toma de decisiones de los y las docentes, puesto que son una manera válida que brinda para guiar las actividades pedagógicas escolares.

Según la definición que plantea el MINEDUC, es que *los programas de estudio ofrecen una propuesta para organizar y orientar el trabajo pedagógico del año escolar. Esta propuesta tiene como propósito promover el logro de los Objetivos Fundamentales*²⁸ *y el desarrollo de los Contenidos Mínimos*

²⁶ Ministerio de Educación de Chile (MINEDUC): su misión es asegurar un sistema educativo equitativo y de calidad que contribuya a la formación integral y permanente de las personas y al desarrollo del país, mediante la formulación e implementación de políticas, normas y regulación sectorial.

²⁷ Extraído de la pagina web del Ministerio de Educación (MINEDUC), <http://www.mineduc.cl/>

²⁸ *Objetivos Fundamentales (OF)*: son los aprendizajes que los alumnos y las alumnas deben lograr al finalizar los distintos niveles de la Educación Básica y Media. Se refieren a conocimientos, habilidades y actitudes que han sido seleccionados considerando que favorezcan el desarrollo integral de alumnos y alumnas y su desenvolvimiento en distintos ámbitos, lo que constituye el fin del proceso educativo. (http://www.docentemas.cl/docs/2011/instrumentos/MC_Educacion_Basica_Media.pdf)

*Obligatorios*²⁹ (CMO) que define el marco curricular. Los principales componentes que conforman la propuesta del programa son:

Los *Aprendizajes Esperados*³⁰, que corresponden a una especificación de los aprendizajes que se deben lograr para alcanzar los Objetivos Fundamentales y los Contenidos Mínimos Obligatorios.

- Una organización temporal de estos aprendizajes en semestres y unidades.
- Una propuesta de actividades de aprendizajes y de evaluación, presentadas a modo de sugerencia.

También los programas de estudio tienen funciones determinadas como lo es la de seleccionar una cantidad de conocimientos de una asignatura específica, lo que ha probado ser necesario para el aprendizajes de los educandos; deben facilitar la enseñanza y aprendizaje, pues es un programa de acción sugerida, donde se especifican los métodos, las actividades, recursos y material para alcanzarlo; proporcionar al estudiantado un grado de autonomía en el estudio y garantizar la libertad o posibilidad de aprender, pues, no depende exclusivamente de la información que entregan los docentes, sino que se entrega una visión global de lo que se tendrá que aprender en un

²⁹*Contenidos Mínimos Obligatorios (CMO)*: explicitan los conocimientos, habilidades y actitudes implicados en los OF y que el proceso de enseñanza debe convertir en oportunidades de aprendizaje para cada estudiante con el fin de lograr los Objetivos Fundamentales. (http://www.docentemas.cl/docs/2011/instrumentos/MC_Educacion_Basica_Media.pdf)

³⁰*Aprendizajes Esperados (AP)*: Corresponde a los aprendizajes, expresados en objetivos o competencias, que se espera que el participante de una actividad de capacitación logre tanto durante como al final de proceso de capacitación. (http://www.google.cl/#hl=es&q=aprendizajes+esperados&tbs=dfn:1&tbo=u&sa=X&ei=hr3GTqLJIYPa0QGLhpAd&sqi=2&ved=0CB8QkQ4&bav=on.2,or.r_gc.r_pw.,cf.osb&fp=f56e01a655d37e2a&biw=1024&bih=513)

determinado período escolar; permitir una evaluación más justa del aprendizaje de los educandos, debido a que, estas formas de evaluaciones están relacionadas directamente con el programa de estudio que ellos previamente han conocido; y finalmente, orientar la enseñanza de objetivos semejantes para todos los y las estudiantes, aunque la asignatura la impartan diferentes profesores.

Otro aspecto relevante es la función cognoscitiva de los programas de estudios, es el desarrollo de las potencialidades los estudiantados y los educadores, posibilitar que en la elaboración de los programas de estudios los resultados se puedan concretizar en el aula y que los y las estudiantes se conviertan en responsables de su propio aprendizaje, desarrollando las habilidades de buscar, seleccionar, analizar y evaluar, los contenidos asumiendo un papel más activo y protagónico en la construcción de su propio conocimiento, así puedan ocupar un rol más participativo y colaborativo en su proceso formativo mediante actividades que les permitan exponer e intercambiar ideas, opiniones, experiencias con sus pares. Todo lo anteriormente señalado tiene por objeto que los y las estudiantes estén en contacto con su entorno para intervenir social y profesionalmente en él, a través de las actividades como trabajar en proyectos, estudiar y proponer soluciones a problemas.

Los y las docentes tienen que diseñar e idear las actividades y experiencias necesarias para la adquisición de los aprendizajes previstos, así como definir espacios y recursos adecuados para su logro, junto con motivar, guiar, facilitar y ayudar a los educandos durante su proceso de aprendizaje, y conducir permanentemente el curso hacia los objetivos propuestos, por lo tanto, como nuestra propuesta didáctica, se centra y contempla la asignatura de Física que pertenece al nivel de Enseñanza Media, proponemos actividades innovadoras dirigidas hacia este nivel teniendo en cuenta todo lo dicho anteriormente. Los

elementos de los programas de estudios se constituyen en los elementos básicos que habrán de tenerse en consideración en la elaboración de los programas de estudios: los datos generales, datos referenciales, descripción general de la asignatura, intención educativa, objetivos fundamentales y transversales, contenidos mínimos obligatorios, estrategias de enseñanza-aprendizaje, estrategias de evaluación, bibliografía, y la comisión elaboradora, sin embargo, no enfocaremos exclusivamente, en las áreas de la Física que contemplan dichos programas de estudios, luego en los aprendizajes esperados y contenidos mínimos obligatorios.

1.4.2. Áreas de la Física comprendidas en la Enseñanza media.

Según los programas de estudios de la asignatura de Física se presentan en el siguiente cuadro, ordenados por nivel escolar:

- **Nivel: 1 ° Medio.**
- **Subsector: Física.**
- **Formación: General.**

Unidad 1:	Unidad 2:	Unidad 3:	Unidad 4:
Materia y sus transformaciones: El sonido.	Materia y sus transformaciones: La luz.	Fuerza y movimiento: descripción del movimiento; elasticidad y fuerza.	Tierra y el universo: Fenómenos naturales a gran escala.

- **Nivel: 2 ° Medio.**
- **Subsector: Física.**
- **Formación: General.**

Unidad 1:	Unidad 2:	Unidad 3:
El movimiento.	El calor.	La tierra y su entorno.

- **Nivel: 3 ° Medio.**
- **Subsector: Física.**
- **Formación: General.**

Unidad 1:	Unidad 2:
Mecánica.	Fluidos.

- **Nivel: 4 ° Medio.**
- **Subsector: Física.**
- **Formación: General.**

Unidad 1:	Unidad 2:
Electricidad y Magnetismo.	El mundo atómico.

- **Nivel: 3 ° Medio.**
- **Subsector: Física.**
- **Formación: Diferenciada.**

Unidad 1:	Unidad 2:	Unidad 3:	Unidad 4:
Estática.	Dinámica de rotaciones.	Gravitación y las Leyes de Kepler.	El mundo relativista.

- **Nivel: 4 ° Medio.**
- **Subsector: Física.**
- **Formación: Diferenciada.**

Unidad 1:	Unidad 2:	Unidad 3:
Gases ideales.	Leyes de la termodinámica.	El mundo cuántico.

1.4.3. Aprendizajes esperados y habilidades científicas comprendidas en el subsector de Física.

Para la elaboración de nuestra propuesta didáctica hemos tomado en cuenta los planes y programas de estudios, junto con sus respectivos aprendizajes esperados, los contenidos mínimos obligatorios y las habilidades de pensamiento científico que corresponden a la Enseñanza Media, de la asignatura de Física, tanto de la formación general como la de formación diferenciada.

Si bien, hablar de los aprendizajes esperados es referirse a las competencias, objetivos que los y las estudiantes deben obtener al término de alguna actividad didáctica, mientras que los contenidos mínimos obligatorios, son aquellos que explicitan los conocimientos, habilidades y actitudes implicados en los Objetivos Fundamentales (OF) y que el proceso de enseñanza debe convertir en oportunidades de aprendizaje para cada estudiante con el fin de lograr los OF. Finalmente las habilidades de pensamiento científico surgen a partir de las experiencias de aprendizajes, es decir, que el educador favorezca un ambiente ideal que estimule constantemente el proceso de enseñanza – aprendizaje, impactando incluso la familia, están orientadas a desarrollar el razonamiento, el pensamiento creativo y la solución de problemas, de modo que comprenden ellos mismos sus soluciones.

Para una mejor visualización de estos aspectos (aprendizajes esperados, contenidos mínimos obligatorios y habilidades de pensamiento científico) los presentaremos en el anexo en cuadros para cada nivel escolar, respectivamente.

2. MARCO METODOLÓGICO.

2.1. El motivo de la elaboración de la Propuesta Didáctica.

La mayor motivación de desarrollar una metodología de enseñanza de las ciencias, específicamente en Física, es de cómo ser capaces siendo profesores de dicha área, lograr aprendizajes significativos en los y las estudiantes. Desafíos del cómo hacer más atractiva la enseñanza de las ciencias en el aula, además, de cómo variar la configuración que se tiene de ciencia y hacer partícipes a los y las estudiantes en ella. Debido a todo lo señalado anteriormente, se decidió confeccionar las guías indagatorias, las cuales se utilizan recursos innovadores, más cercano con los estudiantes, o que por lo menos hayan marcado una etapa importante de sus vidas como lo son los juguetes. Tampoco nuestro objetivo es que los y las estudiantes “jueguen” con dichos juguetes, sino de qué manera somos capaces en el rol de profesores, de utilizar esos recursos para obtener resultados provechosos, en cuanto a calidad de aprendizajes que estos puedan adquirir.

En nuestro país los resultados en las evaluaciones de ciencias a nivel internacional son preocupantes, al enterarnos de esta situación, surge la idea de esta propuesta. Por lo tanto, es necesario cambiar y mejorar las metodologías de enseñanza de las ciencias. Debido a esto proponemos enseñar fenómenos Físicos que estén presentes en juguetes. Pero en realidad, lo que pretendemos es que para cada nivel de enseñanza secundaria se pueda

aplicar una actividad indagatoria que resuma y contenga los contenidos mínimos obligatorios que nos pide el Ministerio de Educación de Chile.

Con la idea en mente, nos dispusimos a seleccionar qué juguetes cumplen con la condición de que en sus funcionamientos aborden sólo conceptos y fenómenos que los y las estudiantes deberían saberlos y dominarlos, que son parte de los contenidos mínimos obligatorios, sin exceder en los contenidos o tomar aquellos que no son del nivel en los que debieran estar. La recolección de dichos juguetes no fue tan fácil, puesto que, estuvimos meses buscando cada juguete, siendo los seleccionados los más apropiados para ser utilizados y considerados en la elaboración de nuestras actividades. En un principio, estimamos que lo más factible era conseguir alrededor de 15 juguetes. Pero después de haberlos estudiado cuidadosamente y basarnos netamente en sus funcionamientos, sobre qué fenómenos Físicos apuntaban; qué contenidos mínimos obligatorios eran los que estaban presentes en cada uno de los juguetes, tuvimos que reducir el número a sólo ocho de éstos, los cuales son: el pájaro bebedor; la cuna de Newton; esfera de plasma; radiómetro; esferas saltarinas; termómetro del amor; *mirage* holograma 3D y el termómetro de Galileo. Otro desafío, era poder hallarlos y adquirirlos sin problemas, lo que nos llevó a varias semanas de búsqueda en posibles paseos peatonales y galerías de la ciudad que pudieran estar, o en algunos de ellos, solicitarlos prestados a nuestro profesor guía.

Una vez conseguidos estos juguetes, el siguiente paso fue la elaboración y construcción de guías indagatorias basadas en actividades motivadoras, tanto para el estudiantado, como para el profesorado, usando los juguetes seleccionados y no distanciándose del marco curricular ni de los programas de estudio de Enseñanza Media.

Posteriormente, analizamos y examinamos los juguetes, permitiéndonos ver cuáles eran los contenidos con exactitud que podíamos visualizar y por

ende, que los y las estudiantes pudieran reconocer y nivelar en aquellos que presentaran o tuvieran dudas, confusiones o simplemente no habían aprendido o internalizado. La selección de estos juguetes, nos permitió abordar diversas áreas de la Física, las que comprenden: movimiento y energía, calor y temperatura, ondas y óptica, también, conceptos de electromagnetismo.

Sin embargo, también surgió la interrogante de si era relevante hacer sugerencias al profesorado, dado que la idea de nuestra propuesta es que el profesor o la profesora puedan aplicar en sus aulas nuestras actividades. Entonces consideramos apreciable y de gran utilidad realizar, además de las actividades con cada juguete, una ficha didáctica, la cual posee la funcionalidad de orientar y dar sugerencias a el o la docente, donde también se especifican: una breve explicación del funcionamiento del juguete en cuestión; los contenidos previos; los aprendizajes esperados; los indicadores de evaluación; la descripción de la actividad (que es sugerida por nosotros) a realizar y también el detalle de los recursos a utilizar.

2.2. ¿Por qué usar juguetes?

Como las y los docentes de ciencia, y de Física en particular, tienen a su disposición una variada gama de métodos de enseñanza del área correspondiente, obteniendo de este modo, distintos resultados según los objetivos fijados por ellos y ellas mismas. Pero la enseñanza de la Física por medio de juguetes, promueve un interés distinto en las y los estudiantes, e incluso, motivando a los profesores y las profesoras de Física en hacer uso de estos, investigando sus fenómenos Físicos y el funcionamiento de cada uno de los juguetes.

Luis Barbosa (2008), describe fielmente un escenario colombiano, en la que dice: “lo primero que plantea el maestro, es un escenario pasivo, con tablero, marcador, incluso sin muchas palabras ni ideas, y mas [sic] bien, con muchos desarrollos y demostraciones matemáticas. Segundo, los intereses del estudiante, y su madurez conceptual, están lejos de soportar un escenario con una simbología exótica y sin sentido para comprender esa maraña”. Este escenario no dista de lo que son las clases en nuestro país, haciendo énfasis en clases expositivas del profesor o profesora, cumpliendo un rol activo dentro de la clase, y dejando en un rol pasivo, de receptores a los y las estudiantes.

Es por ello que el uso de juguetes Físicos cumple un rol esencial en la enseñanza de la Física. Entregándole el protagonismo al estudiantado dentro de la clase, haciendo que los y las estudiantes sean los encargados de ir construyendo sus propios aprendizajes por medio del uso de estos juguetes.

Tal como se vio en un capítulo anterior de “la importancia de la enseñanza de la Física mediante el uso de juguetes”, Vicente López (2004) manifiesta abiertamente, que su fascinación por los juguetes, se debe a dos razones, una de ellas porque aún mantiene su curiosidad en los fenómenos Físicos que ellos presentan y porque es profesor de Física. Indicando así que

los y las docentes de ciencia (en este caso Física) pueden lograr una gran motivación e interés por parte de ellos mismos y de ellas mismas. Teniendo como ventaja que el entusiasmo y motivación presentada por las y los docentes, sea traspasado al estudiantado, logrando así que los y las estudiantes se interesen en estudiar los fenómenos Físicos que poseen cada uno de los juguetes que se le presentarán.

Los juguetes son “sinónimo de diversión para pequeños y grandes, en actividades de divulgación científica y, por supuesto, en la enseñanza en las aulas de la Física, puede ser una excelente estrategia a la hora de acercar el conocimiento científico a los ciudadanos en general y a los estudiantes en particular” [Martínez & Varela, 2005]. Es por esto la propuesta que presentamos, hemos elegido el uso de juguetes como recurso pedagógico por sobre otras opciones (como por ejemplo guías por descubrimiento, clases expositivas, entre otras). Es de este modo que la motivación que se puede presentar en la propuesta, va más allá del estudiantado, pasa también este interés y motivación a los y las docentes de ciencia.

Es así, como los juguetes son un objeto de diversión por parte del estudiantado, no se presentará un mayor rechazo a las tareas asociadas a estas, mejorando la disposición por parte de ellos a realizar toda actividad presentada, despertando el interés y curiosidad respecto a todo lo asociado a los fenómenos que se ven implicados en el funcionamiento de los juguetes Físicos. El rol que debe ser cumplido por parte de los y las docentes de Física, corresponderá a ser un guía en las actividades propuestas, procurando solamente que se realice un buen uso de los juguetes Físicos, motivando y acompañando en el desarrollo de las actividades, asegurándose de esta forma que se obtenga un aprendizaje significativo por parte del estudiantado.

2.3. Criterios de selección.

Los juguetes se han seleccionado por medio de múltiple factores para que nos aseguren el cumplimiento de su rol didáctico en el uso en las clases de Física, y no solamente del carácter lúdico que estos poseen, para obtener el máximo de provecho en el uso de ellos. Siendo entre ellos:

- Cada uno de los juguetes Físicos son de fácil acceso, como para poder ser adquiridos por los profesores y profesoras. Siendo muchos de estos de bajo costo, o de fácil construcción.
- Los juguetes que se presentan son conocidos y probados en el ámbito de divulgación científica en otros países, obteniendo resultados satisfactorios, ya sea en las conferencias o en las clases³¹. Debido a esto, se puede obtener fácilmente acceso a la información de los fenómenos Físicos involucrados en cada uno de los juguetes usados, lo que ayuda y orienta al profesorado en su labor educativa.
- Se tiene comprobada su eficiencia en la motivación tanto a profesores y profesoras, como en el estudiantado. Siendo un indicador esencial en esta propuesta, para incentivar la investigación por parte de las y los estudiantes en los fenómenos Físicos que se desean enseñar.
- Corresponden a juguetes de fácil manipulación para el estudiantado de los colegios y liceos, por lo que las y los docentes de Física pueden dejar que las y los estudiantes de la clase manipulen cada uno de estos juguetes, bajo su supervisión.

³¹Cfr. Güémez, J., Fiolhais, C. y Fiolhais, M. “Juguetes en clases de demostraciones de Física” (2010), pág. 1.

- De no tener la posibilidad de adquirir o conseguir estos juguetes por parte del profesor o la profesora, éstos se encuentran en la web en videos (como por ejemplo en YouTube³² o Profísica³³), teniendo acceso a las demostraciones de los fenómenos que se desean estudiar de estos juguetes.

3. DESARROLLO Y RESULTADOS.

3.1. Selección de los juguetes Físicos.

El mercado ofrece varias opciones de juguetes que sirven para explicar distintos fenómenos Físicos, de forma más entretenida en los colegios y/o liceos. Además que internet provee un sin número de artículos relacionados a los juguetes Físicos, realizando descripciones del comportamiento de cada juguete y los fundamentos Físicos de estos mismos. Pudiendo escoger de esta forma, los juguetes que sean más acordes a lo que se desea enseñar e implementar en los establecimientos educacionales del país.

Es por esto, basándonos en los “criterios de selección” visto en el capítulo anterior, hemos seleccionado como juguetes relevantes para nuestra propuesta la esfera de plasma, la cuna de Newton, el termómetro del amor, el *mirage* 3D, el pájaro bebedor, las esferas saltarinas, el termómetro de Galileo y el radiómetro.

3.2. Descripción y fenómenos Físicos involucrados en cada juguete.

De los juguetes seleccionados, presentaremos sus descripciones y sus respectivos fenómenos Físicos involucrados en su funcionamiento.

³²<http://www.youtube.com>

³³<http://www.profisica.cl>

3.2.1. Esfera de Plasma³⁴.

La esfera de plasma o también conocida como lámpara de plasma fue inventada por el físico Nikola Tesla tras su experimentación con corrientes de alta frecuencia en un tubo de cristal vacío con el propósito de investigar el fenómeno del alto voltaje. Tesla llamó a este invento *Inert Gas Discharge Tube* (tubo de descarga de gas inerte). Consiste en una esfera hueca de vidrio transparente, que en su interior contiene gas enrarecido, vale decir, a baja presión, la que puede llegar a ser 10 o más veces inferior que la presión atmosférica. Corresponde a una mezcla de gases nobles tales como: Helio, Argón, Xenón y/o Neón. Además consta de un cilindro que sobre éste hay una pequeña esfera metálica con pintura conductora y relleno de viruta metálica (que corresponde a un electrodo), y en su parte inferior dispone de una base plástica que posee dentro de él un circuito eléctrico, que se conecta al suministro eléctrico (que es un convertidor típico de 220Vrms a 12 Vdc/0.5A). Luego de encendida la esfera, en su interior el electrodo se le aplica una corriente alterna de alta frecuencia y alto voltaje (aproximadamente 35kHz y 2-5kV), que es generada por un transformador de alta tensión, lo que permite que se generen rayos luminosos (destellos que emiten luz azul y se abren en los extremos con un color naranja – rojizo) estos se generan por la ionización de los gases encerrados, dando lugar a plasma³⁵ (cuarto estado de la materia), similar a los rayos. Lo anterior ocurre debido a que los electrones acelerados por el campo eléctrico creado por el electrodo esférico central extraen electrones de los átomos del gas noble que hay en su interior, los cuáles al recapturar otros electrones emiten luz, lo que indica la trayectoria que van

³⁴Cfr. <http://www.profisica.cl/comofuncionan/como.php?id=39>

³⁵En Física Conceptual de Paul Hewitt se define *plasma* como “la cuarta fase de la materia, además de sólido, líquido y gas. En la fase de plasma, que existe principalmente a altas temperaturas, la materia está formada por iones con carga positiva y electrones libres” [Hewitt, 2005].

siguiendo los primeros, hasta límites de la esfera de cristal, donde el potencial eléctrico es menor. Al acercar un objeto, ya sea la mano o un objeto metálico a la superficie de esta una vez encendida, produce una serie de destellos concentrados mayormente en el punto de contacto, los cuales que se deben a una alteración del campo eléctrico de alta frecuencia, causando un único rayo dentro de la esfera en dirección al punto de contacto. Cuando no se toca la esfera, todos los rayos están entre las dos superficies internas, la parte central y la esfera mayor. La intensidad de los rayos y/o el número de rayos depende exclusivamente del tipo de contacto que se hace del objeto a la esfera, es decir, mientras más cerca esté de ella, más intensas será la concentración de estos.



Figura 1

3.2.2. Radiómetro.

El radiómetro o también llamado molinillo de luz, fue inventado por el químico William Crookes. Está provisto de un molinillo, cerrado casi al vacío (a una presión de 1% del aire a nivel del mar aproximadamente) en una ampolla transparente de vidrio. El molinillo consta de aspás, las cuales poseen dos caras, por un lado está una pintada negra y por el otro lado una blanca (aunque también puede no estar pintada y ser metálica). El funcionamiento del

radiómetro se basa en el giro de las aspas del molinillo cuando se le acerca una fuente luminosa o calórica. Esto se debe a la transformación de energías, si por ejemplo, acercamos una lámpara de luz visible al radiómetro, las aspas empezaran a girar, vale decir, se genera un movimiento de rotación, y por ende, habrá una transformación de energía lumínica, en energía cinética (permite la rotación del molinillo), si se aleja la fuente luminosa, el molinillo deja de girar. En el caso de que si es acercado a una fuente térmica, también convertirá dicha energía a energía cinética, lo que provocará el movimiento de las aspas. La explicación de esto sería de que los paneles blancos de las aspas no absorben la luz, mientras que los negros si. De esta manera las moléculas de gas mas cercanas a la zona de las aspas negras se excitan y chocan contra las aspas, no haciéndolo las del lado de color blanco. Estas aspas pintadas de color negro responden al comportamiento de cuerpo negro, es decir, toda la radiación (como la luz es una onda electromagnética, es decir, radiación) que llegan a estas es absorbida en su totalidad, sin reflejar ni traspasar sobre ellas mismas (aspas). Este efecto provoca un movimiento de rotación en las aspas. También están relacionados los vértices de las aspas, en el que se podría generar una corriente de moléculas de la zona caliente a la fría, haciendo mover las aspas.



Figura 2

3.2.3. Termómetro de Galileo.

El termómetro de Galileo dispone de un tubo vertical de vidrio transparente cerrado por ambos extremos, en que contiene un líquido que por lo general es agua. Contiene cinco esferas, las cuales, cada una en su parte inferior dispone de un líquido coloreado (entre los más destacados, son: azul, amarillo, rojo, naranja), y al final de esta cuelga una medalla o plaquita metálica que contiene grabado el número de las temperaturas, en las cuales, la temperatura máxima indica $26\text{ }^{\circ}\text{C}$ y siendo la mínima $18\text{ }^{\circ}\text{C}$, como se muestra en la **Figura 3**. Las temperaturas indicadas en el resto de las esferas están rotuladas a cada $2\text{ }^{\circ}\text{C}$, vale decir, $18\text{ }^{\circ}\text{C}$, $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, $22\text{ }^{\circ}\text{C}$, $24\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $26\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Al igual que los termómetros convencionales, como los de mercurio, se acerca a un objeto para medir su temperatura, como por ejemplo, si se desea determinar la temperatura ambiental de una sala, se coloca sin ninguna otra fuente térmica o frigorífica cercana (para que no altere la medición) y se deja reposar de manera vertical. Cuando se alcanza el equilibrio térmico entre el objeto que se desea medir su temperatura y el termómetro, pero si además la temperatura del líquido contenido es menor a $18\text{ }^{\circ}\text{C}$, todas las esferas flotan en línea, con la esfera de los $26\text{ }^{\circ}\text{C}$ arriba y la de $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ abajo, y las demás colocadas correlativamente en medio. Al alcanzar los $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ la esfera que estaba más baja desciende hasta el fondo. En cambio, si la temperatura del objeto a medir va aumentando, la correspondiente esfera desciende hasta alcanzar a la anterior, es decir, si el objeto tiene $22\text{ }^{\circ}\text{C}$, antes descendió la de $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Cuando la temperatura del líquido del termómetro es mayor de $26\text{ }^{\circ}\text{C}$, las esferas se hunden todas hasta tocar el fondo.



Figura N° 3

3.2.4. Esferas Saltarinas.

Consta de un sistema de pelotas saltarinas de distinto tamaño y masa, de aproximadamente 70, 23 y 8 gramos, respectivamente. Las esferas saltarinas se introducen en una bombilla, la cual en un extremo posee un tornillo, ordenadas de abajo hacia arriba de mayor a menor masa. Para hacerla funcionar basta que una persona sostenga el otro extremo de la bombilla, puesto que en el otro están las esferas una sobre otra, y se deja caer desde una altura media con respecto a la altura que tenga la persona. En el funcionamiento se observan dos configuraciones, la primera es cuando el sistema es soltado y la esfera que está ubicada en el extremo inferior de la bombilla toca el suelo rebotando y choca con las que están sobre ella, esto se debe a la conservación del *momentum lineal* y de la energía mecánica, dado que, inicialmente toda la energía mecánica de las esferas saltarinas es energía potencial gravitatoria, cuando se deja caer, esta energía potencial comienza a transformarse en energía cinética, puesto que el descenso hace que pierda altura y aumente la rapidez de las esferas. No obstante, en la etapa dos, se produce el choque elástico entre las esferas, que aún permanecen en la bombilla, y donde la esfera 3, le transmite energía de movimiento (por efecto del choque) a la esfera 2 y está a la esfera 1. Finalmente en la etapa tres, ocurre que con la salida rápida de la última de las esferas, la de menor masa esta

recorre una mayor altura, comparada con la altura desde la que fue soltada, dado que, como las esferas son elásticas, producen también entre ellas un choque elástico, y permite que esto suceda, donde nuevamente la responsable es la energía, pero esta vez elástica.

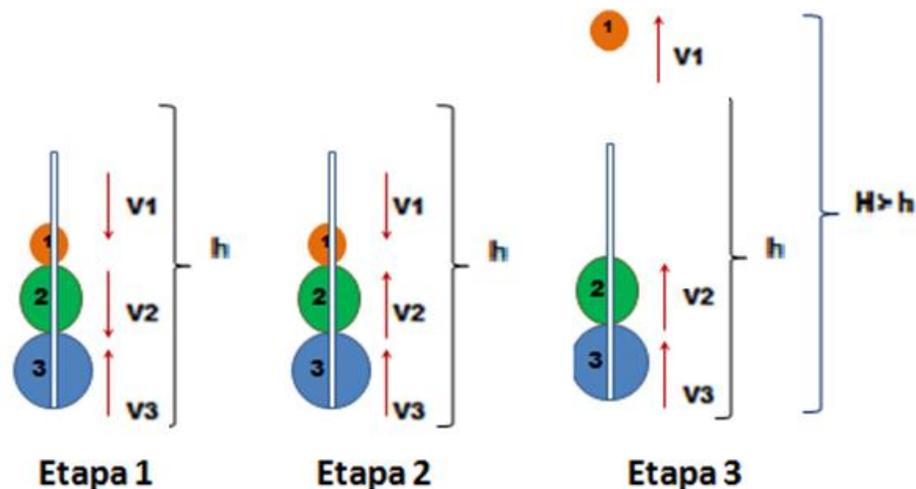


Figura N° 4

3.2.5. Pájaro bebedor^{36,37,38,39}

El pájaro bebedor es una máquina térmica patentada en 1946 por Miles Sullivan. Este se encuentra constituido por dos esferas de vidrios, la inferior corresponderá al cuerpo (contiene un líquido volátil, llamado cloruro de metileno CH_2Cl_2), y la superior que se encuentra cubierta por una tela fieltro corresponde a la cabeza. Además, se encuentran conectadas ambas por un tubo de vidrio (correspondiendo al cuello). El tubo de vidrio se encuentra conectado en la parte superior por el borde inferior de la cabeza, sin entrar en esta, pero en la

³⁶<http://www.profisica.cl/comofuncionan/como.php?id=18>

³⁷<http://blogs.eldiariomontanes.es/scientia-mater/2009/06/18/la-fisica-detras-del-pajaro-bebedor/>

³⁸ Julio Güémez "La física del pájaro bebedor" (2011).

³⁹<http://www.rotten.com/library/culture/novelties/dippy-drinking-birds/>

parte inferior del tubo, se encuentra penetrando hasta casi el fondo del interior del cuerpo.



Figura 5

El pájaro bebedor al ser instalado en el borde de un recipiente con líquido (o al lado de él, según sea el modelo de este), como se muestra en la **Figura 5**, no se encontrará en movimiento, hasta que se le moje el pico o la cabeza. El agua con la que se ha mojado comenzará a evaporarse, enfriando la cabeza del pájaro y bajando la presión del vapor que se encuentra en esta. Produciendo que la presión del vapor en el interior del cuerpo haga ascender poco a poco el líquido que se encuentra en la esfera inferior del pájaro. Comenzando a moverse⁴⁰, cuando el peso del líquido en el interior de la cabeza es mayor que el peso del líquido en el interior del cuerpo, el pájaro se inclinará quedando en una posición casi horizontal, logrando llegar a tocar el pico en el líquido que contiene el recipiente. Cuando se encuentra en esta posición, se igualan las presiones de los gases, produciendo posteriormente que el pájaro bebedor regrese a su posición original, debido a que el líquido que se encuentra dentro del pájaro, vuelve a la esfera inferior. Al quedar mojada la cabeza, el ciclo se volverá a repetir.

⁴⁰ El movimiento que se produce en el pájaro bebedor, se deba a que al subir el líquido, el centro de masa de éste comienza a desplazarse, provocando de este modo el cabeceo que se observa.

3.2.6. Termómetro del amor⁴¹.

Esta máquina térmica trata de dos bulbos de vidrio comunicados por un tubo estrecho, posee un diseño más o menos artístico, como se puede apreciar en la **Figura 6**; todo el sistema está dispuesto verticalmente. En el interior del bulbo inferior hay un líquido muy volátil (normalmente, algún tipo de éter) coloreado. Y el bulbo superior posee una parte puntiaguda.



Figura 6

Cuando el sistema de bulbos de vidrios se encuentra a temperatura ambiente, el líquido se encontrará en el bulbo inferior. Pero cuando se coloca este en la mano, o en ambas manos, el líquido irá subiendo por el tubo estrecho, hasta llegar al bulbo superior. Esto ocurre debido a que el calor de las manos hace que se volatilice parte del líquido que se encuentra en su interior, aumentando la presión del vapor, produciendo de este modo que el líquido ascienda hasta el bulbo superior.

Cuando ya haya subido la totalidad del líquido, se observa que este comenzará a generar burbujas, tal cual como si estuviera hirviendo, debido a que parte del vapor que se encuentra en el bulbo inferior sube, formando burbujas. Al dejar sobre la mesa el termómetro del amor, el líquido en su interior

⁴¹ Rafael Garcia Molina "Física para Regalar" pág. 2.

irá bajando poco a poco, o bien, se puede colocar en la mano o las manos en el bulbo superior y de esta forma hacer que el líquido baje más rápidamente.

Los fenómenos Físicos involucrados en este funcionamiento son: dilatación térmica, variación de presión y conducción térmica.

3.2.7. Cuna de newton^{42, 43}.

Se encuentra constituida por cinco esferas metálicas (por lo general de acero) iguales suspendidas de un bastidor a modo de péndulos bifilares, conectados a la misma altura y perfectamente alineados, pudiendo estos tener una base o no.



Figura 7

Cuando se tiene al juguete en reposo, sin manipularlo de alguna forma, estos péndulos no se encontrarán en movimiento, quedando suspendidos uno al lado de los otros, apegados.

Al tomar una de las esferas y hacerla chocar con la que se encuentra a su lado, sale “disparada” la esfera que se encuentra al otro extremo de la cuna de Newton. Es así como se hace colisionar una de las esferas con el resto, todas quedan quietas (incluidas la que choca), excepto la que se encuentra al

⁴² Vicente López “La Física de los Juguetes” (2004), pág. 22 – 23.

⁴³ Julio Güémez, Carlos Fiolhais y Manuel Fiolhais “Juguetes en clases y demostraciones de Física” (2010), pág. 3.

otro lado. Si se hacen colisionar dos, salen dos, y así según la cantidad de esferas que se hagan chocar. Esto se debe a la conservación de la energía cinética y conservación de movimiento.

Los fenómenos Físicos involucrados en su funcionamiento son conservación de la energía mecánica, conservación del momentum lineal, energías cinéticas y potencial.

3.2.8. *Mirage 3D*^{44, 45}.

Está constituido por dos espejos cóncavos de precisión (de 23 centímetros de diámetro), los cuales forman una imagen real tridimensional perfecta. Estos son oscuros en la parte posterior y plateada en su concavidad. En el espejo superior se encuentra un orificio en el centro de 6,25 centímetros de diámetro, en donde se forma una imagen real del objeto que se encuentre en su interior (este se forma unos centímetros sobre el espejo superior).



Figura 8

Los dos espejos cóncavos horizontales, trabajan de forma conjunta para proyectar la imagen de un objeto pequeño. Al colocar un objeto dentro de esta especie de domo, proyectándose de forma inmediata una proyección de este en el aire. Si se intenta tocar o tomar el “objeto” que se encuentra flotando, no

⁴⁴<http://hologramavirtual.blogspot.com/>

⁴⁵<http://issuu.com/geopaloma/docs/actividades>

podría ser posible, debido a que corresponde a una imagen de lo que se encuentra en el interior.

Hay que tener mucho cuidado con los espejos, debido a que toda suciedad o raya que este posea, distorsionará la imagen a formar.

Los fenómenos Físicos involucrados son referidos a la óptica geométrica y a la reflexión de espejos cóncavos, junto con sus características, de producir imágenes reales invertidas.

3.3. Vinculación de la Física de los juguetes seleccionados con los Programas de Estudios.

La selección minuciosa de los juguetes Físicos que hemos realizado tiene la principal característica de ser usados en actividades en el aula, correspondiente a la Enseñanza Media en particular. Lo más relevante y versátil, no es solamente el funcionamiento de cada juguete sino que, su vinculación con la Física y por lo tanto, la propia Física escolar que los y las estudiantes poseen, lo que implica que estos sean capaces de identificar, relacionar, describir, observar, analizar e interpretar fenómenos y leyes propias de la Física, mediante este recurso didáctico.

Por tratarse de emplear y aplicar la Física escolar de los y las estudiantes, es fundamental tener en cuenta los programas de estudio de dicha asignatura. No obstante, debemos recordar también, que dentro de nuestra selección se encuentran juguetes Físicos más aptos para ciertos niveles que para otros, dado que, involucran una mayor complejidad de la Física que gobierna su funcionamiento propiamente tal. No obstante, es por ello que haremos un análisis y sugerencias alternativas, basándonos en el Programa de Estudio de cada nivel, en relación a cada juguete Físico, abarcando fundamentalmente los aprendizajes esperados en función de las habilidades de

pensamiento científico que están presentes en las guías que posteriormente serán desarrolladas por los y las estudiantes.

3.3.1. Esfera de Plasma.

Dentro del funcionamiento de la esfera de plasma, puede ser adaptada tanto para los niveles de 1° plan general o 4° medio plan electivo, correspondientes a la asignatura de Física plan común. Si es en 1° medio, se sugiere que se aplique la actividad usando la esfera de plasma después de la Unidad 3: Electricidad y Magnetismo. En este sentido, los y las estudiantes compartirán la experiencia de poner a prueba los aprendizajes esperados que adquirieron de dicha unidad, y que se relacionan con el funcionamiento de la esfera y son:

- Conocen la importancia de la electricidad en la vida moderna.
- Reconocen la posibilidad de unificar las causas de fenómenos aparentemente inconexos (por ejemplo, electricidad y magnetismo como efectos de una misma propiedad: la carga eléctrica)⁴⁶.

Y los contenidos mínimos obligatorios de:

- Carga eléctrica. Campo y potencial eléctrico.
- Conducción eléctrica.
- Repulsión eléctrica.
- Onda electromagnética.

En cambio, para 4° medio, es posible comenzar e introducir la Unidad Pedagógica con la guía de la esfera de plasma, lo que permitirá que los y las estudiantes realicen un barrido o lluvia de ideas previas, vale decir, que tengan como herramienta sólo lo que ya conocen o saben acerca de la electricidad y magnetismo.

⁴⁶Cfr. Programa de Estudio primero medio, unidad 3: electricidad, páginas 94-95.

3.3.2. Radiómetro de Crookes.

Este juguete Físico puede estar destinado al nivel de 2° medio. Este juguete centra su funcionamiento en la Física comprendida específicamente en la primera unidad pedagógica, que es Materia y sus Transformaciones. La guía que contempla al radiómetro, pueden establecerse las siguientes habilidades de pensamiento científico:

- Distinción de situaciones en que el calor se propaga por conducción, convección y radiación.
- Interpretación cualitativa de la relación entre temperatura y calor en términos del modelo cinético de la materia.⁴⁷

Y en relación a los contenidos mínimos obligatorios:

- Transformación de energía lumínica y térmica, y viceversa.
- Transmisión del calor.
- Cuerpo negro.
- Radiación térmica.

Dado que su funcionamiento se basa por el contacto de la ampolla de vidrio con luz visible, o solar, así permite la transformación de la energía lumínica en mecánica, puesto que, como el aire del interior está enrarecido, al acercarlo a la fuente luminosa, se genera una diferencia de temperatura entre las caras de las aletas, las de color negro absorben más radiación luminosa que las caras plateadas o blancas alcanzando una mayor temperatura. No obstante, las moléculas de aire que impactan dichas caras salen desprendidas con mayor rapidez que las que lo hacen contra las paredes plateadas, pues rebotan contra las paredes interiores del bulbo de vidrio y al chocar nuevamente con la cara de color negro le comunican una mayor rapidez.

⁴⁷Cfr. Actualización curricular 2009, Habilidades de pensamiento científico, la materia y sus transformaciones página 288.

Debido a esto, las aletas experimentan un cambio de su rapidez y de su cantidad de movimiento (producto de la masa por la rapidez). La fuerza sobre la cara ennegrecida es mayor que sobre la otra, lo que provoca que aparezca una fuerza resultante que finalmente hace girar al molinillo. El enrarecimiento del aire en el interior del bulbo de vidrio garantiza que la fuerza, surgida debido a la influencia radiométrica, supere a la fuerza de fricción de las aletas con el aire al producirse el movimiento de rotación, y la presión en el interior del bulbo de vidrio debe ser tal que el recorrido libre medio de las moléculas sea del orden de las dimensiones del propio aparato, pues de lo contrario las moléculas chocarían entre sí y desaparecería el efecto radiométrico. Permitiendo el giro del molino del radiómetro. Como una cara de las aspas está pintada de negro, se comporta como un cuerpo negro, lo que le permite absorber radiación térmica

3.3.3. Termómetro de Galileo.

El termómetro de Galileo, puede ser aplicado para los niveles de 3° ó 4° medio del plan electivo, respectivamente. Dado que en 3° medio, tienen la segunda unidad pedagógica que es la hidrostática e hidrodinámica, mientras que en cuarto medio aborda la primera unidad que es la termodinámica. Sin embargo, para una mayor comprensión del funcionamiento de este juguete es aconsejable que se realice para un curso de cuarto año electivo, pues, los y las estudiantes ya tendrían el conocimiento de los fluidos para poder hacer una mejor interpretación y relación de las leyes Físicas involucradas. Las habilidades de pensamiento científico relacionadas con los aprendizajes esperados son:

- Formulación de la segunda ley de la termodinámica bajo la forma “el calor no se transfiere espontáneamente de un cuerpo frío a uno de

mayor temperatura”. Discusión de su significado a través de ejemplos relevantes para la vida diaria⁴⁸.

Y los contenidos mínimos obligatorios son:

- Equilibrio térmico.
- Dilatación de los líquidos y gases.
- Segunda Ley de la Termodinámica.

Y abarca los contenidos previos de 3° medio que son:

- Flotabilidad.
- Principio de Arquímedes.

3.3.4. Esferas Saltarinas.

La guía de esferas saltarinas calza perfecto en la segunda Unidad Pedagógica correspondiente al nivel de 2° medio, que se denomina Fuerza y Movimiento. Los aprendizajes esperados en base a las habilidades de pensamiento científico relacionados en el funcionamiento de las esferas saltarinas son:

- Aplicación de las leyes de conservación del momentum lineal y de la energía mecánica para explicar fenómenos y aplicaciones prácticas.⁴⁹

Y que hacen referencia a los contenidos mínimos obligatorios como cuales:

- Energía mecánica.
- Energía potencial gravitatoria.
- Energía cinética.

⁴⁸Cfr. Formación diferenciada y humanista científica, Física. 4° medio, unidad 1: termodinámica, página 8.

⁴⁹Cfr. Actualización curricular 2009, Habilidades de pensamiento científico, la materia y sus transformaciones página 288.

- Choques elásticos.
- Conservación de la energía mecánica.
- Momentum lineal.
- Caída libre.

Puesto que su funcionamiento es dejarlo caer implica el concepto de caída libre, y de la conservación de la energía mecánica, cuando el sistema de esferas saltarinas va descendiendo, se transforma su energía potencial gravitatoria en cinética, junto también a la idea del momentum lineal. Luego, experimenta el rebote al tocar el suelo, alude a concepto de choque elástico, hasta que asciende, nuevamente transformando energía pero esta vez al revés de cinética a potencial.

3.3.5. Pájaro Bebedor.

El pájaro bebedor se encuentra propuesto para 4° Medio, plan electivo de Física. Este juguete centra su funcionamiento en las leyes de la termodinámica, sugiriéndose la aplicación de esta actividad después de la segunda unidad del plan diferenciado, correspondiente a la unidad de “Leyes de la Termodinámica”. Es así como los y las estudiantes pondrán aplicar los conocimientos vistos en esta unidad, y la unidad anterior, correspondiente a “Gases Ideales”. En la guía propuesta en este juguete, se pueden establecer las siguientes habilidades de pensamiento científico:

- Aplicación de los principios que explican el comportamiento de los gases ideales, en situaciones diversas de importancia.
- Aplicación de las leyes de la termodinámica en la diversidad de contextos en que son relevantes⁵⁰.

Y en relación a los contenidos mínimos obligatorios:

- Trabajo mecánico.

⁵⁰Cfr. Actualización 2005, Formación Diferenciada Humanista Científica (Física), página 260.

- Leyes de los gases.
- Primera Ley de la termodinámica.

3.3.6. Termómetro del Amor.

Se propone el termómetro del amor para su aplicación en 2° Medio, plan común. Se debe a que su funcionamiento se centra en las transformaciones termodinámicas, correspondiendo a la segunda unidad de este curso, llamada “Materia y sus transformaciones: calor y temperatura”. Es así como los y las estudiantes podrán aplicar los conocimientos de esta unidad. La guía propuesta de este juguete se le puede establecer las siguientes habilidades de pensamiento científicos:

- Análisis comparativo del funcionamiento de los distintos termómetros que operan sobre la base de la dilatación térmica.
- Distinción de situaciones en que el calor se propaga por conducción, convección y radiación⁵¹.

Y en relación a los contenidos mínimos obligatorios:

- Equilibrio térmico. Termómetros.
- Dilatación de la materia con el aumento de la temperatura.
- Distinción de las diferentes fases en que se encuentra la materia: temperaturas de fusión y vaporización.

3.3.7. Cuna de Newton.

Se propone para el péndulo de Newton su aplicación en 2° Medio, plan común. Debido a que su funcionamiento se centra en la conservación de la energía cinética y del momentum lineal, correspondiendo a la primera unidad de este curso, llamada “Fuerza y movimiento: los movimientos y sus leyes”. Es así como los y las estudiantes podrán aplicar los conocimientos de esta unidad. La

⁵¹Cfr. Actualización curricular 2009, Habilidades de pensamiento científico, la materia y sus transformaciones, pág. 288.

guía propuesta de este juguete se le puede establecer las siguientes habilidades de pensamiento científicos:

- Aplicación de los principios de Newton para explicar la acción de diversas fuerzas que suelen operar sobre un objeto en situación de la vida cotidiana.
- Aplicación de las leyes de conservación del momentum lineal y de la energía mecánica para explicar diversos fenómenos y aplicaciones prácticas⁵².

Y en relación a los contenidos mínimos obligatorios:

- Energía cinética y potencial.
- Transmisión y conservación de la Energía mecánica
- Momentum Lineal y su conservación.

3.3.8. *Mirage 3D*.

Se propone que al *mirage 3D* para su aplicación en 1° Medio, plan común. Se debe a que su funcionamiento se centra en la reflexión y transmisión de la luz, espejos curvos y formación de imágenes reales, correspondiendo a la segunda unidad de este curso, llamada “Materia y sus transformaciones: la luz”. Es así como los y las estudiantes podrán aplicar los conocimientos de esta unidad. La guía propuesta de este juguete se le puede establecer las siguientes habilidades de pensamiento científicos:

- Análisis comparativo de la reflexión de la luz en espejos planos y parabólicos para explicar el funcionamiento del telescopio de reflexión, el espejo de pared, los reflectores solares en sistemas de calefacción, entre otros.
- Análisis de la refracción en superficies planas y en lentes convergentes y divergentes y sus aplicaciones científicas y

⁵²Cfr. Actualización curricular 2009, Habilidades de pensamiento científico, Fuerza y movimiento, pág. 288.

tecnológicas como los binoculares, el telescopio de refracción o el microscopio⁵³.

Y en relación a los contenidos mínimos obligatorios:

- Reflexión de la luz.
- Espejos cóncavos.
- Imagen real y virtual.

3.4. ¿Qué es una propuesta didáctica?

En los colegios y liceos del país, la práctica pedagógica de hoy en día, no dista mucho de lo que se viene haciendo tradicionalmente hace algunas décadas atrás. Muchos son los que aún realizan las clases expositivas y memorísticas como única forma de enseñanza, no dando lugar a un aprendizaje significativo por parte del estudiantado, sin lograr abarcar los distintos tipos de aprendizajes que el curso tiene, generando, por parte de ellos y ellas, un cierto rechazo a las prácticas academicistas realizadas por algunos y algunas docentes.

Como indica Jessica Vásquez, una propuesta didáctica se entenderá como “un proceso en el que se planifica, del modo más adecuado al contexto y al alumnado, cada uno de los elementos curriculares, es decir, aquello que vamos a “enseñar” a nuestro alumnado particular para, finalmente, realizar una evaluación y reflexión sobre la puesta en práctica de ello” [Vásquez, 2011]. De este modo, la propuesta didáctica es una forma de presentar una alternativa de cómo enseñar los contenidos curriculares y potenciar las habilidades que poseen cada uno y una de los y las estudiantes, provocando un aprendizaje significativo por parte de ellos y ellas. De esta forma se puede definir con claridad las metas, realizando así una planificación adecuada a las

⁵³Cfr. Actualización curricular 2009, Habilidades de pensamiento científico, la materia y sus transformaciones, pág. 285.

características de las y los estudiantes, optimizando el uso de los recursos pedagógicos, guiando de esta manera a los y las docentes, entregándoles la flexibilidad para ser modificada y adaptada a la realidad de cada establecimiento educacional.

Se entenderá por aprendizaje esperado como “el elemento que define lo que se espera que logren los alumnos, expresando en forma concreta, precisa y visualizable. Si hacemos un paralelo que nos permita contextualizar el aprendizaje esperado, éste es en educación lo que la tarea es en el mundo del trabajo”⁵⁴. Así, esto puede ayudar a las y los docentes a definir las estrategias para abordar los contenidos que se desean enseñar al estudiantado, planificando de así la clase, con sus actividades y evaluaciones correspondientes. Hay que tener presente que “es importante que los aprendizajes esperados se definan bajo una secuencia lógica de desarrollo de la competencia organizando el aprendizaje desde los niveles más básicos hasta alcanzar los avanzados”⁵⁵.

Los aprendizajes esperados son un elemento importante dentro de una propuesta didáctica, debido a que con ellos, se pueden fijar las distintas actividades que se pueden realizar dentro de dicha propuesta para poder lograr estos aprendizajes. Estas actividades deben ser significativas para los y las estudiantes, para que se pueda concretar un aprendizaje significativo para ellos y ellas.

Es por esto que nuestra propuesta busca dar el espacio a una alternativa para motivar a las y los estudiantes en las experiencias científicas por medio de los juguetes científicos, que en este caso, sirven para dar a conocer los

⁵⁴http://www.duoc.cl/competencias/malla/Ensen_efect_base_a_compet_lab/Tall-clase-presencial/Taller-Aprend-esperado.pdf

⁵⁵http://www.duoc.cl/competencias/malla/Ensen_efect_base_a_compet_lab/Tall-clase-presencial/Taller-Aprend-esperado.pdf

fenómenos Físicos y las leyes Físicas que los rigen, apoyándose en la metodología ECBI. Como indica Esteban Arenas (2005), por medio de esta metodología, las y los estudiantes interactúan directamente con problemas concretos, siendo estos significativos e interesantes para ellos, además de que son capaces de realizar sus propios descubrimientos, construyendo de forma activa su aprendizaje.

3.5. Nuestra propuesta didáctica.

Nuestra propuesta didáctica va en respuesta a las problemáticas presentadas con anterioridad dentro de este trabajo, presentando una alternativa novedosa a la enseñanza de las ciencias Físicas. Si bien, se realizó en base a la Metodología Indagatoria para la Enseñanza de las Ciencias, debido a que hemos pensado que es la forma más adecuada para presentar una propuesta novedosa centrada en el uso de juguetes Físicos para la enseñanza en los establecimientos educacionales de Chile.

Se ha centrado este trabajo en el aporte pedagógico que realizan los juguetes Físicos para las y los docentes, asumiendo un rol de guía en el proceso de aprendizaje del estudiantado. Potenciando el interés por parte de ellos mismos para poder realizar clases más novedosas y con una participación activa por parte de los y las estudiantes, buscando lograr un aprendizaje significativo en las unidades a tratar. Si bien, hemos presentado la propuesta en base de la metodología ECBI, se entrega la flexibilidad para que los profesores y las profesoras puedan adaptarlo a las otras dos metodologías presentadas, ya sea por descubrimiento o por exploración, según las necesidades que se presenten por parte del estudiantado o el establecimiento educacional. Pero a nuestro criterio, encontramos que las metodologías más adecuadas y recomendables corresponden a la metodología ECBI y por descubrimiento.

Hemos seleccionado ocho juguetes de gran relevancia didáctica, tanto por sus propiedades Físicas que poseen, como también por la motivación y lo novedosos que pueden resultar para el estudiantado. Confeccionándose una guía por cada uno de los juguetes Físicos para los y las estudiantes, con actividades que representarán una motivación para ellos y así poder lograr el aprendizaje significativo. Además de una guía didáctica para las y los docentes, en donde se presentan cada uno de estos juguetes Físicos, con sus propiedades, indicaciones para los profesores y las profesoras, con el uso de los recursos, desarrollo de la actividad, entre otras indicaciones y sugerencias para una realización óptima del taller confeccionado.

Nosotros indicamos que el ideal de que cada juguete sea presentado a los y las estudiantes, teniendo además la posibilidad de que ellos y ellas puedan manipularlos, y con esto, sean capaces de ir construyendo el conocimiento, contrastando las hipótesis formuladas en un comienzo de las actividades con los resultados obtenidos en el desarrollo de estas. Pero en el caso que no se tenga la oportunidad de obtener dichos juguetes, ya sea en el mercado o consiguiéndolos, existe la posibilidad de que los profesores y las profesoras puedan construirlos, o bien, ver videos que se encuentran en internet, utilizando dichos recursos como una alternativa para presentar los juguetes al estudiantado. Es importante que este trabajo sea realizado de forma grupal y en compañía del docente, para que de esta forma, cada integrante del grupo vaya aportando con ideas y observaciones necesarias para poder realizar las actividades propuestas en las guías. El contraste realizado entre los puntos de vista de cada uno de los integrantes, y los resultados obtenidos, son un aporte valioso para la construcción del conocimiento para los y las estudiantes, entregándose la posibilidad de que ellos y ellas puedan reafirmar lo que saben, o bien, corregir los errores que posean.

3.6. Estructuras de las guías.

Nuestra propuesta basada en la metodología ECBI, nos lleva a estructurar este trabajo de talleres de Física, conformado por guías didácticas, tanto para el o la docente, como para el o la estudiante.

En el caso de la “Guía para el o la estudiante”, se ha optado por realizar una que pueda ser usada para todos los juguetes, asumiendo las ventajas⁵⁶ y desventajas⁵⁷ que esto representa. Al asumir la desventaja de tener una guía didáctica dirigida al estudiantado para todos los juguetes, es que hemos confeccionado una “Guía Didáctica” para cada juguete dirigida al profesorado y entregando toda la información necesaria y relevante para que puedan orientar al estudiantado en el transcurso del taller de Física.

La “Guía para el o la estudiante” se encuentra confeccionada con las 4 etapas características de la metodología ECBI, orientando cada etapa de la siguiente forma:

- Focalización: en esta etapa el estudiantado tiene su primer encuentro con el juguete en el transcurso del taller, observando el funcionamiento de este y registrando todo aquello relevante que encuentren pertinente.
- Exploración: deben de confeccionar hipótesis respecto al funcionamiento del juguete y además deben de diseñar experimentos para poder verificar o refutar las hipótesis que posea cada integrante del grupo.
- Comparación o contraste: deben de contrastar los resultados obtenidos con los experimentos diseñados en la etapa anterior, llegando a una

⁵⁶ La ventaja que presenta la “Guía para el o la estudiante” es que posee una forma general de trabajo para todos los juguetes, logrando de este modo que los y las estudiantes se familiaricen con la estructura, logrando un mejor trabajo por parte de ellos y ellas.

⁵⁷ La desventaja que presenta la “Guía para el o la estudiante” es la pérdida de especificidad en cada uno de los juguetes, ya que la estructura es general para todos.

conclusión grupal, compartiéndolo un integrante del grupo con sus compañeros y a el profesor o la profesora.

- Aplicación: esta etapa el grupo debe de elaborar un afiche con toda información relevante en el funcionamiento del juguete, como las aplicaciones similares a este en la vida cotidiana.

La estructura de la “Guía Didáctica” es la siguiente:

- La descripción del juguete, indicando de forma general las características de este y su funcionamiento.
- La caracterización del juguete, en donde se entrega la información del funcionamiento Físico del mismo, con todas las propiedades y leyes Físicas que los rigen.
- La relación que posee el juguete con los programas de estudios de Física y el aprendizaje esperado con cada uno de ellos.
- Las orientaciones didácticas que les entregamos a los profesores y las profesoras, para que pueda apoyar y guiar en el trabajo de cada grupo, además de consejos que a nuestro parecer son los más adecuados para una mejor implementación de los juguetes.
- El plan del taller, de cómo hacer uso del tiempo, con orientaciones para que evalúe el trabajo que se está realizando y se entregan los conceptos que se deben rescatar al finalizar el taller. Siendo este un instrumento de gestión del taller de Física para el o la docente.
- Por último se entrega una bibliografía en donde el o la docente pueden encontrar información adicional del juguete y los fenómenos estudiados, concediendo también direcciones de páginas web en donde pueden encontrar aplicaciones o videos para complementar el trabajo a realizar en cada taller.

3.7. Guía para el o la estudiante

Integrantes: _____ / _____ / _____.

Nivel: ___^o Medio _____. **Fecha:** ___ / ___ / _____. **Tiempo estimado: 80 min**

ESTAPA DE FOCALIZACIÓN.

1. Observen y manipulen el dispositivo o juguete Físico. Describan lo observado y aquello que le llamen la atención de este.
2. ¿Existe alguna información escrita en el juguete que sea relacionada con la Física? Si es así, indique que aporta para entender el funcionamiento del juguete.
3. Establezcan una hipótesis que intente explicar el funcionamiento del juguete. Fundamente las bases en que se sustenta su hipótesis.

ETAPA DE EXPLORACIÓN

4. Diseñen un experimento que le permita verificar o refutar su hipótesis.
5. Realicen la actividad propuesta y registren sus observaciones, luego de haber realizado el experimento.

ETAPA DE COMPARACIÓN O CONTRASTE

6. Después de realizar la exploración, ¿se confirma o refuta la hipótesis propuesta?
7. Con ayuda de esquemas u otras formas de comunicación explique los principios o leyes de la Física que dan cuenta del funcionamiento del juguete. Luego compartan lo realizado con sus compañeros (as).
8. Compartan la conclusión con su profesor (a) y sus compañeros (as).

ETAPA DE APLICACIÓN

9. Elaboren un afiche que indique la siguiente información: ¿Qué es?; ¿Cómo funciona?; ¿Qué leyes o conceptos Físicos relacionados se encuentran?; ¿Qué aplicaciones similares hay que utilicen los mismos principios Físicos?

3.8. Guías Didácticas.

3.8.1. GUÍA DIDÁCTICA: Cuna de Newton.

¿Qué es?

Este juguete Físico también es conocido como el péndulo de Newton, las esferas de Newton o como las bolas de Newton. En el mercado existen varias versiones de este.

Se encuentra constituida por cinco esferas metálicas (el autor sugiere que estas esferas son de acero) iguales suspendidas de un bastidor a modo de péndulos bifilares, conectados a la misma altura y perfectamente alineados, pudiendo estos tener una base o no, como se puede ver en la **figura 9.1**.



Figura 9.1

¿Cómo funciona?

Cuando el juguete se encuentra en reposo, sin ser manipulado de alguna forma, estos péndulos no se encontrarán en movimiento, quedando suspendidos uno al lado de los otros, apegados.

Cuando se toma una de las esferas que se encuentra en uno de los costados, al soltarla y hacer que esta choque con la que se encuentra a su lado, sale disparada la esfera que se encuentra al otro extremo de la



Figura 9.2

cuna de Newton. Es así como si se hace chocar una de las esferas con el resto, todas quedan *quietas*⁵⁸ (incluida la que choca), excepto la que se encuentra al lado contrario que salió disparada. Si se hacen chocar dos, salen dos, y así según la cantidad de esferas que se hagan chocar, es la cantidad que saldrán al extremo contrario del juguete.

¿Qué fenómenos Físicos involucra?

La cuna de Newton se encuentra basada en la transformación de energía potencial gravitatoria en energía cinética, y a la inversa, por medio de choques elásticos⁵⁹.

Estas esferas se encuentran suspendidas con sus centros perfectamente alineados. Al chocar, siguen las leyes de conservación del *momentum* lineal y de conservación de energía mecánica.



Figura 9.3

Al analizar la conservación de la cantidad de movimiento y de la energía cinética simultáneamente, cuando se hace chocar sólo una de las esferas obtenemos lo siguiente:

$$mv = mv_1 + mv_2 + mv_3 + mv_4 + mv_5$$

$$mv^2 = mv_1^2 + mv_2^2 + mv_3^2 + mv_4^2 + mv_5^2$$

⁵⁸En un modelo ideal de la Cuna de Newton, las esferas que se encuentran en reposo, al ser colisionadas se mantendrán quietas a simple vista, transmitiendo solamente la energía mecánica y el *momentum* lineal a las esferas que se encuentren al lado. Pero según el material que se encuentre construido este dispositivo físico, puede que las esferas igualmente presenten alguna oscilación.

⁵⁹ El choque que se produce entre las esferas es elástica, para ello se propone que éstas sean de acero. De lo contrario, la deformación producida por cada choque, producirá pérdidas de energía.

No se podrá resolver el sistema de dos ecuaciones con cinco incógnitas pero muchas veces es más instructivo para los y las estudiantes hacer un tanteo de posibles soluciones que ir directamente a una solución “elegante” porque ayuda a pensar en el significado Físico de la ecuación matemática. Si por ejemplo, la primera ecuación se cumple si las cinco esferas salen juntas con una velocidad cinco veces menor que “v”, de la bola que llega:

$$mv = \frac{5mv}{5}$$

pero ya no puede cumplirse la segunda, ya que:

$$mv^2 > \frac{5mv^2}{5^2} = \frac{mv^2}{5}$$

Podemos hacer el mismo tanteo numérico para el caso de que salieran disparadas cuatro, tres o dos esferas después de caer una y ver que tampoco en esos casos se pueden cumplir a la vez las dos ecuaciones que, en cambio, sí se cumplen cuando las aplicamos a los casos en que salen el mismo número de esferas que llegan.

La solución elegante es muy fácil tomando sólo dos bolas, una en reposo y otra que cae. Se ve enseguida que la única solución es que la que llega quede parada y la otra salga a la velocidad de la primera.

Conceptos relacionados con los programas de estudio

Habilidades de pensamiento científico:

- Aplicación de los principios de Newton para explicar la acción de diversas fuerzas que suelen operar sobre un objeto en situación de la vida cotidiana.

- Aplicación de las leyes de conservación del *momentum* lineal y de la energía mecánica para explicar diversos fenómenos y aplicaciones prácticas.

Contenidos mínimos obligatorios, a tratar en 2° Medio:

- Energía cinética y potencial.
- Transmisión y conservación de la Energía mecánica
- *Momentum* Lineal y su conservación.

Objetivos esperados

Los y las estudiantes serán capaces de:

- Representar los principios de conservación de la Energía Mecánica y la cantidad de movimiento a través de la Cuna de Newton.

Orientación didáctica

Se recomienda a los profesores y las profesoras, que el uso de las guías sea al inicio de la unidad a tratar, como diagnóstico, y posteriormente como evaluación al finalizar la unidad. Para que de esta forma poder evaluar el proceso de aprendizaje del estudiantado.

Aquí se entregan una serie de indicaciones que pueden ayudar a el profesor o la profesora a orientar al estudiantado en los distintos momentos del taller.

1. Si no han hecho funcionar la cuna de Newton, entonces oriéntelos para que tomen una bolita del extremo y la suelten, indicándoles que lo hagan reiteradas veces y con distintas combinaciones de bolitas, es decir, con tres, cuatro, entre otras.
2. Si sólo se quedan con las combinaciones de la etapa anterior, entonces les puede orientar haciendo que ellos y ellas hagan chocar una bolita de cada extremo a la vez, con las distintas combinaciones que existen.

3. Si no logran asociar lo visto en clases con la experiencia, orientélos para que describan Física y matemáticamente la conservación de la energía para una colisión donde una bolita está en reposo y otra con velocidad v .
4. Al igual que en la etapa anterior, orientélos para que describan Física y matemáticamente la conservación del momento lineal, suponiendo la misma colisión y condición mencionada anteriormente. v .
5. Si no logran generar una conclusión respecto a la exploración en el taller, orientélos bajo qué condiciones se cumple la conservación de la energía mecánica y la conservación del momento lineal.

3.8.1.1. Plan del taller para la “Cuna de Newton”⁶⁰

INICIO (15 minutos)

- En primera instancia, se recomienda que muestre el instrumento a sus estudiantes, dando las indicaciones necesarias para evitar el mal uso del mismo. En esta etapa se pide que formen grupos de 2 a 3 estudiantes y de forma grupal formulen sus propias hipótesis que expliquen el funcionamiento de este juguete. Los recursos necesarios son la “Guía para el o la estudiante” y la Cuna de Newton para cada grupo. Indicadores de evaluación: observan y formulan hipótesis que describa el funcionamiento de la cuna de Newton.

DESARROLLO (40 minutos)

- En esta etapa, se invita a los y las estudiantes a que ratifiquen o descubran mediante pasos y preguntas sencillas sobre el funcionamiento de la cuna de Newton, como dejar caer solo una bolita, luego dos, y a si sucesivamente, explorando y registrando las observaciones y el comportamiento del juguete. Indicador de evaluación: describen y explican los fenómenos Físicos presentes en el instrumento.

SÍNTESIS (25 minutos)

- Un integrante por grupo expone la conclusión contrastando con las de otros grupos y debatiendo respecto a la veracidad de estos. Finalmente, por medio de preguntas destaque los principios Físicos del juguete, relacionándolos con las leyes de conservación del *momentum* lineal y de la energía mecánica, exclusivamente. Indicador de evaluación: relacionan e identifican conceptos claves que están presentes en la actividad realizada.

⁶⁰ El tiempo estimado que se entregan han sido puestos como orientación para el profesor y la profesora, según lo que creemos como óptimo en la aplicación del taller. Pero no han sido probadas, por lo que el ideal es que se pruebe y ajusten los tiempos.

Bibliografía

- López, Vicente “La Física de los Juguetes” (2004), pág. 22, 23.
- Güémez, Julio; Fiolhais, Carlos y Fiolhais, Manuel “Juguetes en clases y demostraciones de Física” (2010), pág. 3.
- Actualización curricular 2009, Habilidades de pensamiento científico, Fuerza y movimiento, pág. 288.

Bibliografía en línea

- http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/dinamica/con_mlineal/cuna_newton/cuna_newton.htm#Referencias [consulta: 19 marzo 2012 a las 17:30 horas].
- <http://www.youtube.com/watch?v=yhtYohHwft4> [consulta: 03 abril 2012 a las 02:38 horas].

3.8.2. GUÍA DIDÁCTICA: Termómetro del Amor.

¿Qué es?

También es conocido como el hervidor de mano.

Se trata de dos bulbos de vidrio comunicados por un tubo estrecho, todo dispuesto verticalmente con diseño más o menos artístico, tal como se puede apreciar en la **Figura 10.1**. En el interior del bulbo inferior hay un líquido muy volátil coloreado, por lo general este líquido es éter. Además el bulbo superior posee una parte puntiaguda.



Figura 10.1

¿Cómo funciona?

En el momento que el sistema de bulbos de vidrios se encuentra a temperatura ambiente, el líquido se encontrará en el bulbo inferior. Pero cuando se coloca este en la mano o en ambas manos, el líquido irá subiendo por el tubo estrecho, hasta llegar al bulbo superior.

Cuando ya haya subido la totalidad del líquido, se observa que este comenzará a generar burbujas, tal cual como si estuviera hirviendo, como se puede apreciar en la **Figura 10.2**. Al dejar sobre la mesa el termómetro del amor, el líquido en su interior irá bajando poco a poco, o bien, se puede colocar en la mano (o las manos) el bulbo superior y de esta forma hacer que el líquido baje más rápidamente, produciendo el mismo efecto anterior, que el líquido parecerá que hierve.



Figura 10.2

¿Qué fenómenos Físicos involucra?

La parte puntiaguda del bulbo superior, indica que se trata de un tubo anterior que ha sido utilizado para hacer el vacío⁶¹, cerrándose a la llama para evitar el ingreso de aire. Esto es importante, debido a que si existiera aire dentro del termómetro del amor, el líquido que asciende debería de comprimir el aire y no logrará subir.

Al tomar en las manos el bulbo inferior del termómetro del amor, se volatiliza algo del líquido y aumenta la presión del vapor, el cual empuja al líquido haciéndolo subir a través del tubo hacia el bulbo superior. El líquido ascenderá tanto más cuanto más calor le comuniquemos al bulbo inferior⁶². Cuando ha subido prácticamente todo el líquido al bulbo superior, se observa como si el líquido estuviera hirviendo, pero la presencia de burbujas no se debe a la ebullición del líquido, que es atribuida al gran calor que desprenden las manos de una persona muy enamorada, sino al hecho de que cuando el nivel del líquido que hay en el bulbo inferior desciende hasta la altura de la boca del tubo de comunicación, comienza a pasar vapor entremezclado con el líquido, y llega al bulbo superior en forma de burbujas.

Este juguete corresponde a una máquina térmica, ya que produce la conversión de calor en energía potencia gravitatoria, que puede ser convertida, a su vez, en trabajo mecánico, gracias al establecimiento de una diferencia de temperaturas.

⁶¹ Se realiza vacío en el termómetro del amor, para que todo el aire entro del sistema salga y no altere y dificulte el funcionamiento del juguete, quedando solamente éter en estado líquido y gaseoso.

⁶²El calor que las manos proporcione al termómetro del amor se relaciona con un ascenso muy fuerte (o muy débil) con el ardor (o helor) propio de estar muy (o poco) enamorado

Conceptos relacionados con los programas de estudio

Habilidades de pensamiento científicos:

- Análisis comparativo del funcionamiento de los distintos termómetros que operan sobre la base de la dilatación térmica.
- Distinción de situaciones en que el calor se propaga por conducción, convección y radiación.

Y en relación a los contenidos mínimos obligatorios:

- Equilibrio térmico. Termómetros.
- Dilatación de la materia con el aumento de la temperatura.
- Distinción de las diferentes fases en que se encuentra la materia: temperaturas de fusión y vaporización.

Objetivos esperados

Los y las estudiantes serán capaces de:

- Identificar y explicar los fenómenos Físicos asociados con el funcionamiento del “termómetro del amor”.
- Describir la dilatación térmica de los gases.

Orientación didáctica

Se recomienda a los profesores y las profesoras, que el uso de las guías sea al inicio de la unidad a tratar, como diagnóstico, y posteriormente como evaluación al finalizar la unidad. Para que de esta forma poder evaluar el proceso de aprendizaje del estudiantado.

Aquí se entregan una serie de indicaciones que pueden ayudar a el profesor o la profesora a orientar al estudiantado en los distintos momentos del taller.

1. Si considera que la manipulación del termómetro del amor es peligrosa por parte del estudiantado, entonces los puede orientar en el

funcionamiento de este, para que determinen ¿por qué el líquido sube hacia el bulbo superior o baja al inferior? Y ¿qué fenómeno (s) Físico (s) les asociarían?

2. Si al comparar hipótesis y/o explicaciones de los fenómenos Físicos asociados entre los integrantes de su grupo no llegan a una conclusión, entonces pida a cada integrante del grupo que manipule el termómetro del amor, anotando sus observaciones.
3. Si llegan a una hipótesis definitiva con relación al funcionamiento del termómetro del amor, entonces deben indicar los fenómenos Físicos implicados.
4. Si no logran idear un experimento para el termómetro del amor, entonces basándose en la ley de los gases ideales: Deben introducir un poco de agua en el hervidor eléctrico para calentarla, sin necesidad de que hierva. Posteriormente deben sumergir una mota de algodón con las pinzas en el agua caliente, estilándola un poco y depositándola en el bulbo superior. Al mantenerlo por unos minutos y observando lo que sucede, pueden responder lo siguiente “¿Cómo explicarían lo ocurrido con el líquido? Reflexionen y lleguen a una conclusión grupal”.
5. Si los grupos han llegado a una conclusión incompleta o errada, entonces explique los fenómenos involucrados en el funcionamiento del termómetro del amor, donde el estudiantado pueda construir finalmente una explicación corrigiendo las hipótesis anteriores (en el caso de ser erróneas), detallando Físicamente el funcionamiento del dispositivo Físico utilizado. Realizando además un esquema o dibujo de este.
6. Si los conceptos vistos en el taller, después de finalizadas las actividades anteriores, fueron erróneos por parte del estudiantado, entonces en el afiche puede pedir que definan los siguientes términos termodinámicos:
 - a) Termómetro
 - b) Dilatación térmica

- c) Calor
- d) Temperatura
- e) Evaporación

3.8.2.1. Plan del taller para el “Termómetro del Amor”⁶³

INICIO (15 minutos)

- En primera instancia, se recomienda que muestre el instrumento a sus estudiantes, dando las indicaciones necesarias para evitar el mal uso del mismo. En esta etapa se pide que formen grupos de 2 a 3 estudiantes y de forma grupal formulen sus propias hipótesis que expliquen el funcionamiento de este juguete. Recursos necesarios son la “Guía para el o la estudiante”, termómetro del amor, hervidor eléctrico, agua, pinzas de madera, mota de algodón, termómetro (rango 0° C- 100° C) para cada grupo. Indicadores de evaluación: observan y formulan hipótesis que describan el funcionamiento del termómetro del amor.

DESARROLLO (40 minutos)

- En esta etapa, se les invita al estudiantado a que ratifiquen o descubran mediante pasos y preguntas sencillas sobre el funcionamiento del termómetro del amor, como el poner una mota de algodón, sumergida previamente en agua caliente, en el bulbo superior del juguete. Indicadores de evaluación: describen y explican los fenómenos Físicos presentes en el instrumento.

SÍNTESIS (25 minutos)

- Un integrante por grupo expone la conclusión contrastando con las de otros grupos y debatiendo respecto a la veracidad de estos. Finalmente, por medio de preguntas destaque los principios Físicos del juguete, relacionándolos con equilibrio térmico, dilatación de la materia y la distinción de las diferentes fases de la materia. Indicador de evaluación: definen conceptos claves que están presentes en la actividad realizada.

⁶³ El tiempo estimado que se entregan han sido puestos como orientación para el profesor y la profesora, según lo que creemos como óptimo en la aplicación del taller. Pero no han sido probadas, por lo que el ideal es que se pruebe y ajusten los tiempos.

Bibliografía:

- García, R. Física para regalar. Recuperado: 29 marzo de 2012, desde: *www.disfrutalaciencia.es/articulos/fisicarega.pdf. pág. 2.*
- Actualización curricular 2009, Habilidades de pensamiento científico, la materia y sus transformaciones, pág. 288.

Bibliografía en línea

- <http://www.youtube.com/watch?v=ELv1KcWzmWw> [consulta: 03 abril 2012 a las 03:02 horas].
- <http://www.youtube.com/watch?v=Jhs98UyLfFA&feature=related> [consulta: 03 abril 2012 a las 03:05 horas].

3.8.3. GUÍA DIDÁCTICA: Pájaro Bebedor.

¿Qué es?

También es conocido como el pato que se remoja o pato bebedor. Este juguete corresponde a una máquina térmica con aspecto de pájaro, que después de cierto tiempo de prepararse, comienza a inclinarse como si este fuese a beber, volviendo posteriormente a su posición original, es decir, queda de forma vertical. Este ciclo se repite cada cierto tiempo.

El pájaro bebedor se encuentra constituido por una especie de esfera inferior de vidrio, que corresponde al cuerpo, y otra superior, que pertenece a la cabeza, conectadas ambas por un tubo de vidrio, siendo esto el cuello. La parte superior del tubo de vidrio se encuentra conectado por el borde inferior de la cabeza, sin entrar en esta, pero en la parte inferior del tubo, se encuentra penetrando hasta casi el fondo del interior del cuerpo.



Figura 11.1

En el interior del cuerpo del pájaro, se encuentra ocupado parcialmente⁶⁴ por un líquido con colorante, separando el aire encerrado en el cuerpo, del aire encerrado en el cuello y la cabeza. Hay algunos autores que sugieren que este líquido que se encuentra contenido corresponde a éter o clorometano.

Para dar el aspecto de pájaro, se encuentra adornada con algunas plumas en el cuerpo y además, algo de decoración en la cabeza. Casi en el centro del tubo de vidrio, se encuentra ubicada una pieza metálica, para poder

⁶⁴En la bibliografía presentada se habla que el líquido con colorante ocupa aproximadamente el 60% del cuerpo del pájaro bebedor.

balancearse en una base de plástico cumpliendo el rol de patas del pájaro. Un pequeño sombrero plástico cubre la parte de la cabeza donde se ha quitado un poco de aire y se ha cerrado el vidrio.

¿Cómo funciona?

El pájaro bebedor al ser instalado en el borde de un recipiente con líquido⁶⁵, no se encontrará en movimiento hasta que se le moje el pico o la cabeza, produciendo que poco a poco vaya ascendiendo el líquido que se encuentra en la esfera inferior del pájaro. Haciendo que después de un tiempo, comience a moverse poco a poco, hasta llegar a tocar el pico en el líquido que contiene el recipiente.



Figura 11.2

Produciendo posteriormente que el pájaro bebedor regrese a su posición original, debido a que el líquido que se encuentra dentro del pájaro, vuelve a la esfera inferior. Volviéndose a repetir el ciclo.

Lo que mantendrá en movimiento a este juguete Físico, será el líquido contenido dentro del recipiente. Siempre y cuando exista líquido suficiente en esto que pueda ser alcanzado por el pájaro bebedor, este se mantendrá en un aparente movimiento perpetuo.

⁶⁵En el mercado se encuentran tipos de pájaros bebedores, uno pequeño que sus patas sirven para afirmarse en el borde del vaso y otro más grande que las patas están hechas para pararse al lado del vaso.

Se puede apreciar una diferencia en la duración de los ciclos realizados por este, según el líquido que contenga el recipiente, como indica George Gamow “si, en lugar de agua, llenamos el vaso con vodka o, aún mejor, con alcohol puro el enfriamiento de la cabeza será mayor y el pájaro funcionará más rápidamente” [Gamow, 1971].

¿Qué fenómenos Físicos involucra?

Con este dispositivo se pueden mostrar fenómenos Físicos como son las leyes de los gases, el enfriamiento por evaporación, transformación de flujo de calor en trabajo mecánico, eficiencia termodinámica y variación del centro de masa.

Cuando el pájaro en su totalidad se encuentra a temperatura ambiente, este no se mueve. Estando el líquido en la parte baja del cuerpo, el pájaro se comportará como un tentetieso (equilibrio estable) con su centro de gravedad por debajo del eje de apoyo.

Pero si se moja la parte superior de la cabeza, este se evaporará, debido a que absorbe la cantidad necesaria de calor de la cabeza para cambiar de estado líquido a gaseoso. Para esto el aire no debe encontrarse saturado de humedad para que se evapore algo de agua en estado líquido de la cabeza. Esto puede ser comprobado al encerrar al pájaro bebedor con el recipiente de líquido dentro de una campana de cristal, saturando el aire interior con vapor, produciendo que el pájaro bebedor se detenga.

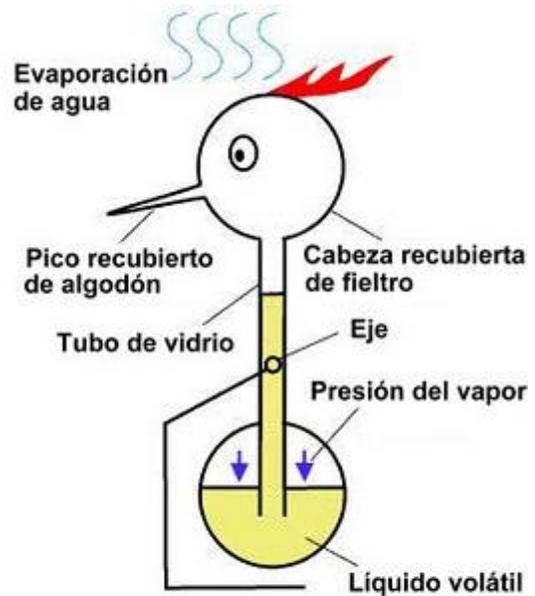


Figura 11.3

El calor⁶⁶ necesario para que se evapore el agua que se encuentra en la parte superior de la cabeza cumple la relación: $Q = L_v m^{67}$.

Después que la cabeza del pájaro bebedor entregue la energía necesaria para que se evapore el agua que está sobre ella, esta sigue entregando calor, produciendo una baja de temperatura dentro de la misma. Al analizar este caso por medio de la ecuación de los gases ideales se tiene:

$$\frac{P \times V}{T} = \text{constante}$$

En esta ecuación se relaciona la presión (P) con el volumen (V) que ocupa esa cantidad de gas, y con su temperatura (T), el enfriamiento de la cabeza baja la temperatura (T) del aire interior, y como consecuencia, hay una reducción de volumen (V) de la cantidad de aire, tendiendo a disminuir la presión (P) en el cuello. Provocando de esta forma que suba la columna una columna de líquido con colorante, hasta que la presión del cuerpo se equilibra con la del cuello (más la columna de líquido).

A medida que continúa el enfriamiento, la columna de líquido seguirá subiendo, aumentando de esta forma, la altura de la columna de líquido. Al encontrarse el pájaro levemente inclinado, la elevación del líquido provoca un cambio en la posición del centro de masa, haciendo de esta forma, que se incline aún más.

⁶⁶El calor necesario para que el agua cambie de un estado a otro se llama *calor latente*. En el caso del agua que se evapora en la cabeza del pájaro bebedor el calor latente de vaporización del agua.

Se define *calor latente de evaporación* como la “cantidad de energía necesaria para cambiar una unidad de masa de una sustancia de líquido a gas (y viceversa)” [Hewitt, 2005].

⁶⁷Q corresponde al calor necesario para que una masa *m* de cierta sustancia cambie de estado, siendo L_v el calor latente de vaporización de la sustancia.

Finalmente, el líquido que ha subido a la cabeza hace que el pájaro se incline tanto que alcanza a subir aire y a bajar líquido, hasta que el pájaro queda otra vez en el estado inicial, bajando el centro de masa y en posición casi vertical. Este proceso lo deja oscilando lentamente, lo que aumenta la evaporación del líquido que moja el exterior de su cabeza, y todo el ciclo vuelve a repetirse.

El pájaro seguirá bebiendo, mientras la cabeza se encuentre mojada y esté en una atmósfera donde este líquido se evapore, manteniendo así una diferencia entre la temperatura del cuerpo y de la cabeza. Es esta diferencia de temperatura es la responsable de que una máquina térmica pueda funcionar. Es así como a mayor diferencia de temperatura, mayor eficiencia en convertir el flujo de calor en trabajo mecánico.

Se le coloca un recipiente con líquido, para que el pájaro pueda mojar la cabeza cada vez que se incline, haciendo de esta forma, que se mantenga en funcionamiento mientras haya líquido dentro del recipiente.

Conceptos relacionados con los programas de estudio

Habilidades de pensamiento científico:

- Aplicación de los principios que explican el comportamiento de los gases ideales, en situaciones diversas de importancia.
- Aplicación de las leyes de la termodinámica en la diversidad de contextos en que son relevantes.

Y en relación a los contenidos mínimos obligatorios:

- Trabajo mecánico.
- Leyes de los gases.
- Primera Ley de la termodinámica.

Objetivos esperados

Los y las estudiantes serán capaces de:

- Identificar y clasificar conceptos y fenómenos Físicos relacionados con la termodinámica.
- Explicar Físicamente la secuencia del funcionamiento del pájaro bebedor.

Orientación didáctica

Se recomienda a los profesores y las profesoras, que el uso de las guías sea al inicio de la unidad a tratar, como diagnóstico, y posteriormente como evaluación al finalizar la unidad. Para que de esta forma poder evaluar el proceso de aprendizaje del estudiantado.

Aquí se entregan una serie de indicaciones que pueden ayudar a el profesor o la profesora a orientar al estudiantado en los distintos momentos del taller.

1. Si observaron el funcionamiento del pájaro bebedor presentado, entonces deben describirlo.
2. Si volvieron a observar el funcionamiento, entonces deben identificar y relacionar fenómenos Físicos que presenta el pájaro bebedor en su funcionamiento. Señalándolos.
3. Si no consiguen identificar claramente los fenómenos Físicos involucrados, entonces pueden dibujar las etapas principales observadas en el funcionamiento del pájaro bebedor.
4. Si no logran describir el funcionamiento del pájaro bebedor, entonces orientelos basándose en la ley de los gases ideales.
5. Si describen el funcionamiento del juguete, entonces basándose en la Segunda Ley de la Termodinámica, deberían relacionar y describir los procesos termodinámicos transcurridos en este, pudiendo identificar el

rol que cumple el que se deba sumergir en el agua la cabeza del pájaro bebedor.

6. Si no saben qué experimento realizar para validar o refutar las hipótesis presentadas, entonces oriéntelos diciéndoles que prueben colocando hielo en el vaso de agua y posteriormente sumerja la cabeza del pájaro bebedor.
7. Si señalan los tipos de energía presentes en el funcionamiento del pájaro bebedor, entonces deberían de indicar si existe transformación de energía, pudiendo esquematizarla secuencialmente.
8. Si indicaron el funcionamiento del juguete, entonces deben de identificar qué proceso se lleva a cabo en él, reversible o irreversible, con la justificación correspondiente.
9. Deberían de indicar si existe trabajo mecánico y que realicen una conjetura bajo qué condiciones existe.
10. Si las conclusiones de los grupos son incompletas o erradas, entonces debe de explicar el funcionamiento del juguete, para que puedan asociar el comportamiento de este con el de una máquina térmica.

3.8.3.1. Plan del taller para la “Pájaro Bebedor”⁶⁸

INICIO (15 minutos)

- En primera instancia, se recomienda que muestre el instrumento a sus estudiantes, dando las indicaciones necesarias para evitar el mal uso del mismo. En esta etapa se pide que formen grupos de 2 a 4 estudiantes y de forma grupal formulen sus propias hipótesis que expliquen el funcionamiento de este juguete. Los recursos necesarios son la “Guía para el o la estudiante”, el pájaro bebedor, vaso, hielo y agua para cada grupo. Indicadores de evaluación: observan y formulan hipótesis que describan el funcionamiento del pájaro bebedor.

DESARROLLO (40 minutos)

- En esta etapa, se les invita a los y las estudiantes a que ratifiquen o descubran mediante pasos y preguntas sencillas sobre el funcionamiento del pájaro bebedor, como el colocar hielo al agua y mojando la cabeza del juguete con esto, registrando las observaciones. Indicador de evaluación: describen y explican los fenómenos Físicos presentes en el instrumento.

SÍNTESIS (25 minutos)

- Un integrante por grupo expone la conclusión contrastando con las de otros grupos y debatiendo respecto a la veracidad de estos. Finalmente, por medio de preguntas destaque los principios Físicos del juguete, relacionándolos con las leyes de los gases ideales, la primera ley de la termodinámica, equilibrio estable e inestable y trabajo mecánico. Indicador de evaluación: describen y explican los fenómenos Físicos presentes en el instrumento.

⁶⁸ El tiempo estimado que se entregan han sido puestos como orientación para el profesor y la profesora, según lo que creemos como óptimo en la aplicación del taller. Pero no han sido probadas, por lo que el ideal es que se pruebe y ajusten los tiempos.

Bibliografía

- Gamow, G. (1971). *Biografía de la Física*. Navarra: Salvat Editores, S. A. – Alianza Editorial, S. A, pág. 89.
- Güémez, J. (2011). La física del pájaro bebedor. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 8 (Número Extraordinario) 399 – 403.
- Actualización 2005, Formación Diferenciada Humanista Científica (Física), pág. 260.

Bibliografía en línea

- <http://www.profisica.cl/comofuncionan/como.php?id=18> [consulta: 20 febrero 2012 a las 14:20 horas].
- <http://blogs.eldiariomontanes.es/scientia-mater/2009/06/18/la-fisica-detras-del-pajaro-bebedor/> [consulta: 31 marzo 2012 a las 14:12 horas].
- http://senderospedagogicos.blogspot.com/2012_01_12_archive.html [consulta: 01 abril 2012 00:55 horas].
- http://www.youtube.com/watch?v=OtU_34n-FXQ&feature=related[consulta: 03 abril 2012 a las 03:17 horas].

3.8.4. GUÍA DIDÁCTICA: *Mirage 3D*.

¿Qué es?



Figura 12.1

También es conocida como *mirage 3D hologram generator*, *mirage holograma 3D* y *3-D mirascope*. Está constituido por dos espejos cóncavos de precisión de 23 centímetros de diámetro, los cuales forman una imagen real tridimensional perfecta, como se puede apreciar en la **Figura 12.1**.

Estos son oscuros en la parte posterior y plateada en su concavidad. El espejo superior se encuentra un orificio en el centro de 6,25 centímetros de diámetro, en donde se forma un holograma (este se forma unos centímetros sobre el espejo superior).

¿Cómo funciona?

Los dos espejos cóncavos horizontales, trabajan de forma conjunta para proyectar la imagen de un objeto pequeño. Al colocar un objeto dentro de esta especie de domo, se proyecta de forma inmediata una proyección de este en el aire. Si se intenta tocar o tomar el “objeto” que se encuentra flotando, no podría ser posible, debido a que corresponde a una imagen del objeto que se encuentra en el interior.

Hay que tener mucho cuidado con los espejos, debido a que toda suciedad o raya que este posea, distorsionará la imagen a formar.

¿Qué fenómenos Físicos involucra?

Un cuerpo iluminado o que emite o refleja luz se considera un Objeto en óptica geométrica. Colocando un objeto delante de un espejo cóncavo este formará una Imagen real de ese objeto.

Todos los rayos emitidos por la punta de la vela Q son reflejados por el espejo y se cruzan en Q' (se enfocan en ese punto).

Todos los rayos emitidos por el punto M del objeto llegan, una vez reflejados, al punto M'.

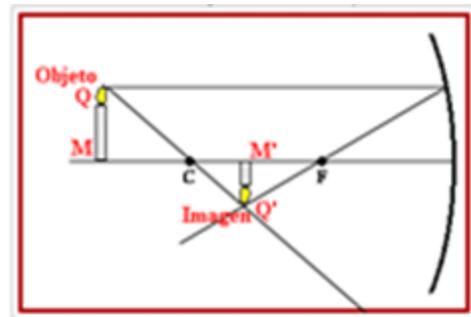


Figura 12.2

Cada punto del objeto vela, situado sobre QM emitirá rayos. Todos juntos darán la imagen correspondiente, Q'M'.

Colocando una pantalla en esta zona se formará sobre ella una imagen nítida y claramente definida.

Debido a que la imagen se puede formar sobre una pantalla, se llama imagen real.

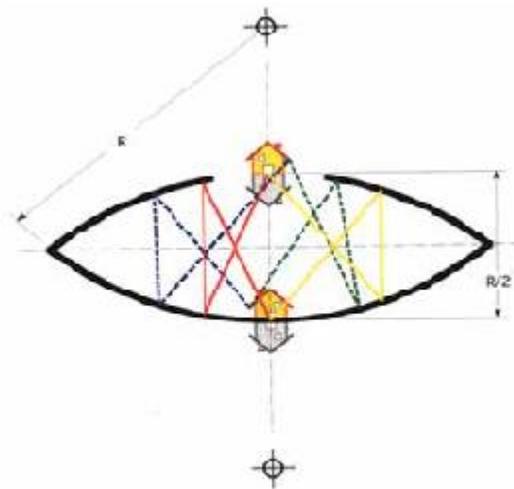


Figura 12.3

Si vamos alejando la pantalla, la imagen se va haciendo cada vez menos nítida.

Si miramos el objeto a través de un espejo es exactamente en el punto de enfoque (convergencia de los rayos) donde nos parece que está situado el objeto.

Ahora, aplicando esto en el juguete *Mirage 3D*, obtenemos lo que se representa en la **Figura 12.3**. Es decir:

Cada rayo de luz que sale del objeto real se refleja en el espejo superior y baja verticalmente, paralelo al eje óptico, propiedad clave de los espejos

parabólicos (todo rayo que pasa por el foco se refleja paralelamente al eje óptico y viceversa).

Una vez que el rayo llega al espejo inferior, se refleja en él y sale pasando por su foco, que está exactamente en el agujero del de arriba, como se ve en el esquema.

En ese foco se cruzan todos los rayos de la luz procedentes del objeto.

El resultado es que el ojo humano sitúa el objeto en el punto del que parten los rayos que le llegan, situado encima del conjunto, fuera de ambos espejos, que es el foco del espejo de abajo. Ahí se forma una imagen real y el cerebro interpreta que ahí está el objeto. Sin embargo, si intentamos cogerlo sólo encontraremos aire entre los dedos, tal como se muestra en la **Figura 12.5**.



Figura 12.4

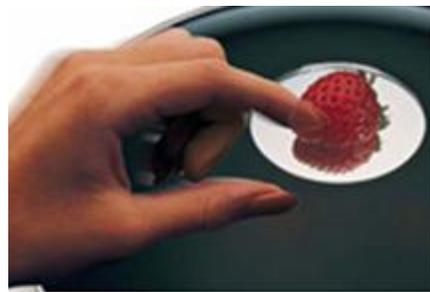


Figura 12.5

Conceptos relacionados con los programas de estudio

Habilidades de pensamiento científicos:

- Análisis comparativo de la reflexión de la luz en espejos planos y parabólicos para explicar el funcionamiento del telescopio de reflexión, el espejo de pared, los reflectores solares en sistemas de calefacción, entre otros.

- Análisis de la refracción en superficies planas y en lentes convergentes y divergentes y sus aplicaciones científicas y tecnológicas como los binoculares, el telescopio de refracción o el microscopio.

Y en relación a los contenidos mínimos obligatorios:

- Reflexión de la luz.
- Espejos cóncavos.
- Imagen real y virtual.

Objetivos esperados

Los y las estudiantes serán capaces de:

- Describir y explicar la imagen formada por el holograma *Mirage* 3D, argumentando a través de los conocimientos Físicos de la óptica geométrica.

Orientación didáctica

Se recomienda a los profesores y las profesoras, que el uso de las guías sea al inicio de la unidad a tratar, como diagnóstico, y posteriormente como evaluación al finalizar la unidad. Para que de esta forma poder evaluar el proceso de aprendizaje del estudiantado.

Aquí se entregan una serie de indicaciones que pueden ayudar a el profesor o la profesora a orientar al estudiantado en los distintos momentos del taller.

1. Si manipulan el juguete observando lo que sucede, entonces deben describir el funcionamiento de este, orientándolos a que si son capaces de tomar el chanchito (imagen del objeto) que se encuentra sobre el juguete.

2. Si no entienden el funcionamiento del “*Mirage 3D*”, entonces oriéntelos para que identifiquen los fenómenos luminosos involucrados en el artefacto y los tipos de espejos que lo conforman.
3. Si identifican el funcionamiento de los espejos en el juguete pero sólo se dicen que es un holograma lo que se forma, entonces oriéntelos con las imágenes virtuales y reales, para que identifiquen las condiciones que son necesarias para que esto ocurra.
4. Si no identifican las condiciones que ocurra el holograma, entonces oriéntelos en la posición que se encuentra situado el objeto (considere centro de curvatura, vértice, foco, etc.).
5. Si no identifican la formación de la imagen, entonces oriéntelos en los ángulos en que se puede observar, motivándoles que explique detalladamente. Además, en qué posición está situada del espejo, considerando centro de curvatura, vértice, foco, etc.
6. Si no logran caracterizar la imagen formada, entonces oriéntelos si es derecha o invertida; de menor, igual o mayor tamaño.
7. Si no saben qué experimento hacer para verificar o refutar las hipótesis, entonces puede pedirles que reemplacen el objeto por uno de diferente tamaño y/o volumen, describiendo lo ocurrido.
8. Se recomienda que realicen un dibujo geométrico que explique a través de rayos luminosos la reproducción de la imagen observada en el afiche. Además de la existencia de situaciones en la naturaleza donde se genere este fenómeno.

3.8.4.1. Plan del taller para “*Mirage 3D*”⁶⁹

INICIO (15 minutos)

- En primera instancia, se recomienda que usted muestre el dispositivo a sus estudiantes, dando las indicaciones necesarias para evitar el mal uso del mismo. En esta etapa se pide que formen grupos de 2 a 4 estudiantes y de forma grupal formulen sus propias hipótesis que expliquen el funcionamiento de este juguete. Los recursos necesarios son la “Guía para el o la estudiante”, *Mirage3D* y objetos tridimensionales pequeños para cada grupo. Indicadores de evaluación: observan y formulan hipótesis que describa el funcionamiento del *Mirage 3D*.

DESARROLLO (40 minutos)

- En esta etapa, se les invita a los y las estudiantes que ratifiquen o descubran mediante pasos y preguntas sencillas sobre el funcionamiento del *Mirage 3D*, como el de poder formar la imagen sobre una pantalla, a diferencia de las imágenes virtuales, explorando y registrando las observaciones. Indicador de evaluación: describen y explican los fenómenos Físicos presentes en el instrumento.

SÍNTESIS (25 minutos)

- Un integrante por grupo expone la conclusión contrastando con las conclusiones de otros grupos y debatiendo respecto a la veracidad de estos. Finalmente, por medio de preguntas destaque los principios Físicos del juguete, relacionándolos con imagen real y virtual, espejos cóncavos y reflexión de la luz. Indicador de evaluación: relacionan e identifican conceptos claves que están presentes en la actividad realizada.

⁶⁹ El tiempo estimado que se entregan han sido puestos como orientación para el profesor y la profesora, según lo que creemos como óptimo en la aplicación del taller. Pero no han sido probadas, por lo que el ideal es que se pruebe y ajusten los tiempos.

Bibliografía:

- Actualización curricular 2009, Habilidades de pensamiento científico, la materia y sus transformaciones, pág. 285.

Bibliografía en línea

- <http://hologramavirtual.blogspot.com/> [consulta: 01 abril 2012 a las 22:20 horas].
- <http://issuu.com/geopaloma/docs/actividades> [consulta: 01 abril 2012 a las 22:23 horas].
- <http://www.youtube.com/watch?v=8m2No1NGZVc&feature=related> [consulta: 03 abril 2012 a las 02:51 horas].
- <http://www.youtube.com/watch?v=RZCTzcyIw7Y> [consulta: 03 abril 2012 a las 02:48 horas].

3.8.5. GUÍA DIDÁCTICA: Esfera de Plasma.

¿Qué es?

Se le conoce también como la lámpara de plasma o bola relámpago. Consiste en una lámpara luminiscente popularizada desde los años 80's. Consta en la parte superior de un recipiente (a veces en forma de esfera hueca de vidrio con entrada cilíndrica de unos 6 cm de longitud terminada en esfera para formar la cavidad central que es de unos 2,5 cm de diámetro o bulbo) transparente que tiene un mezcla de gases nobles que puede ser Helio, argón, kriptón, xenón y/o neón, enrarecido⁷⁰, a una presión que puede llegar a ser 10 o más veces inferior que la presión atmosférica. En la parte inferior dispone de una base plástica que posee dentro de él un circuito eléctrico, que se conecta al suministro eléctrico (que es un convertidor típico de 220Vrms a 12 Vdc/0.5A), para su funcionamiento como se muestra en la **Figura 13.1**.



Figura 13.1

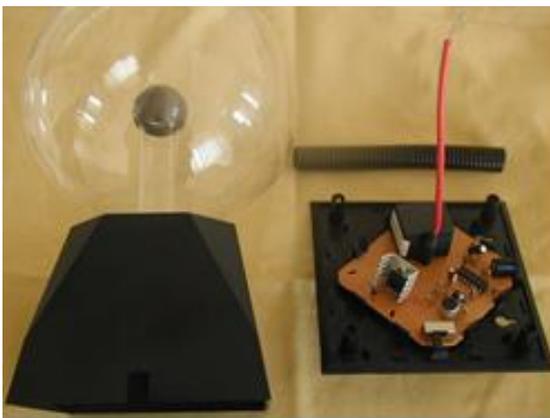


Figura 13.2

En dicha base está dispuesta un cilindro que sobre éste hay una pequeña esfera metálica con pintura conductora y relleno de viruta metálica (del tipo que se vende para limpiar ollas de cocina) que corresponde a un electrodo. En ella se ve claramente la viruta metálica, y en el borde a la

⁷⁰ Gas enrarecido: corresponde a un gas dilatado haciéndolo menos denso.

derecha, se ve donde se ha cerrado el vidrio cuando se evacuó el aire y se introdujo la mezcla gaseosa. En la cavidad cilíndrica se introduce el tubo de plástico negro, y dentro de él, en la cavidad esférica con viruta, se introduce el extremo del cable de alto voltaje con aislante rojo. De este modo, la "punta pelada" queda en contacto con la viruta metálica, la cual a su vez está en contacto con la pintura conductora de la esfera central como se muestra en la **Figura 13.2**.

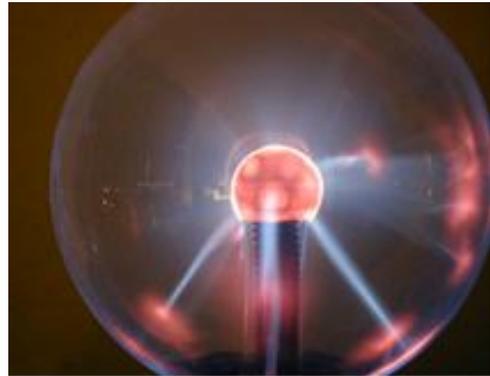


Figura 13.3

¿Cómo funciona?

Según Giordano (2008), la esfera de plasma para su funcionamiento debe ser enchufada a la red eléctrica domiciliaria.

Al encender la bola, inicialmente aparecen pocos rayos intensos, y aparecen en la parte inferior. En la parte superior se ven rayos muy tenues, pero en un lapso de unos segundos (5-10 s), empiezan a aparecer más y más rayos, llegando al estado habitual de funcionamiento donde el recipiente se llena con unas 30 a 40 descargas como se observa en la **Figura 13.3**.

La esfera se puede ver llena de rayos sin esperar los 5 segundos, si se enciende, apaga y vuelve a encender rápidamente. Cuando no se toca la esfera, todos los rayos están entre las dos superficies internas, la parte central y la esfera mayor. Los rayos emiten luz azul y se abren en los extremos con un color naranja-rojizo característico. El color no cambia gradualmente. Hay solo dos colores bien definidos, y cambian en un punto determinado del rayo, a casi un centímetro (en la lámpara estudiada) de la esfera exterior.

Los rayos son inestables, se desplazan, ascienden, desaparecen, vuelven a formarse y algunos se abren en dos antes de llegar a la superficie mayor. En general, las divisiones de rayos se producen cerca de la esfera mayor, justo antes de cambiar del azul al naranja. Los rayos que aparecen divididos aproximadamente en la mitad suelen ser dos rayos que colapsaron en uno, que durante un breve instante están en este estado intermedio donde conservan un extremo de los dos originales.

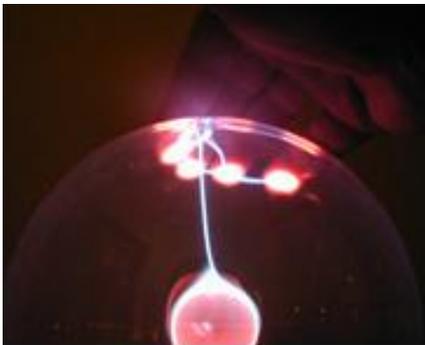


Figura 13.4

Algunos rayos que se dirigen hacia la parte inferior, parecen “caer” en el agujero interior, de unos 4 cm de diámetro. El extremo de cada rayo que llega a la parte central con el color naranja, está rodeado de un círculo oscuro y a su vez, este círculo está rodeado de color naranja. Esta zona de color está separada de las zonas de color de otros rayos, por fronteras oscuras.

Cuando se acerca la mano hasta casi tocar (o hasta tocar) la superficie, los rayos se concentran y pueden quedar algunos rayos alejados, en la zona opuesta.

Los rayos concentrados “siguen” la mano y se abren hacia ella, tomando la superficie de proximidad (o de contacto) del color naranja. Los rayos verticales que se forman en la parte superior cuando está la mano, son bastantes estables, mientras que todos los rayos que tienen alguna componente horizontal, ascienden. Tocando la superficie en varios puntos al mismo tiempo, por ejemplo: con los dedos de las manos separados, pueden observarse rayos azules entre los dedos. Son rayos que no van hacia la superficie interior, sino que están sobre ella. Además el contacto o proximidad de un objeto metálico, tiene un efecto similar al de hacerlo con la mano como se observa en la **Figura 13.4**.

En particular, en los rayos intensificados aumenta la longitud azulada, mientras que el extremo naranja es más corto y se extiende en un área mayor, dependiendo de la punta o del dedo. Sólo por proximidad a la esfera de plasma, se encienden tubos y ampolletas fluorescente y muy cerca de la base de la esfera de plasma que ha funcionado cierto tiempo, se percibe el típico olor de aparatos eléctricos con alto voltaje.

¿Qué fenómenos Físicos involucra?

En la esfera de plasma vemos claramente una transformación energías, esta son de energía eléctrica a lumínica. Eléctrica en el sentido de que se debe conectar a alimentación eléctrica, esto ocurre cuando se depositan electrones sobre la esfera interior se establece una diferencia de potencial eléctrico

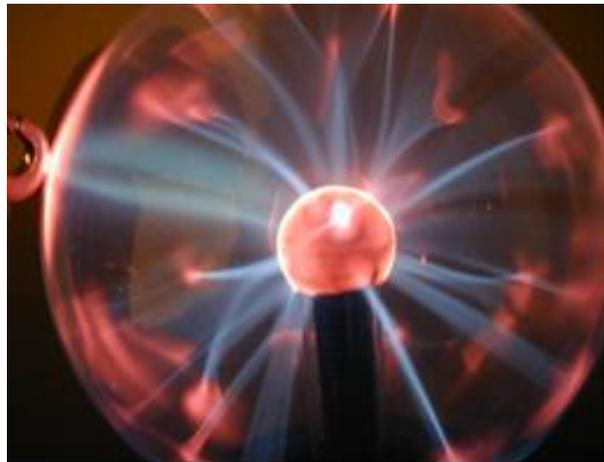


Figura 13.5

entre la esfera interior y la esfera exterior que produce que dichos electrones se muevan a gran velocidad desde el electrodo central hasta las paredes de la esfera de vidrio. Luego, cuando los electrones chocan contra los átomos del gas enrarecido, vale decir, a baja presión, se generan transiciones electrónicas entre estados cuánticos en estos átomos. Los electrones excitados del gas vuelven a su estado fundamental (representa su estado de energía más bajo posible) y emiten luz (fotones) de un color particular, que es típico de cada gas, por ejemplo en el caso nuestro, color púrpura, dicho fenómeno hace referencia a la emisión. Sin embargo, cuando los fotones procedentes de las esfera de plasma incide sobre los compuestos (átomos) producen todos los colores, cuya suma el ojo interpreta como luz blanca. En el caso de acercar un objeto

metálico, por ejemplo un clavo, se establece una gran diferencia de potencial,

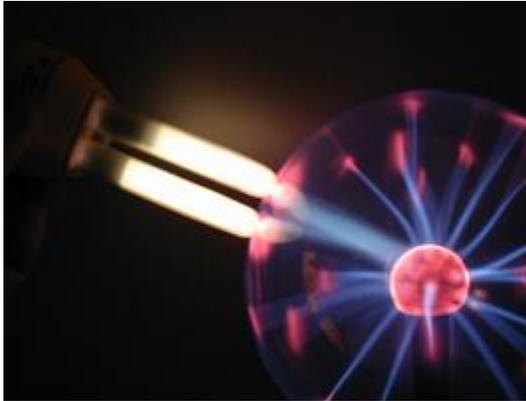


Figura 13.6

debido a que el cuerpo hace una conexión a tierra, lo que da lugar a descargas eléctricas de mucha densidad de corriente. Esta se puede ver, por la ionización de los gases como se muestra en la **Figura 13.5**.

También al acercar una ampolla fluorescente cerca de la superficie de la esfera de plasma esta

se enciende debido a que existe una corriente eléctrica, debido a las descargas que genera la esfera interior en los rayos, y como además la parte inferior, es decir, la del casquillo metálico, es conductora y permite el flujo de los electrones, generándose así en ella luz, como se observa en la **Figura 13.6**.

Conceptos relacionados con los programas de estudio

Habilidades de pensamiento científico:

- Conocen la importancia de la electricidad en la vida moderna.
- Reconocen la posibilidad de unificar las causas de fenómenos aparentemente inconexos (por ejemplo, electricidad y magnetismo como efectos de una misma propiedad: la carga eléctrica).

Y los contenidos mínimos obligatorios, a tratar en 4° Medio Diferenciado:

- Carga eléctrica. Campo y potencial eléctrico.
- Conducción eléctrica.
- Repulsión eléctrica.
- Onda electromagnética.

Objetivos esperados

Los y las estudiantes serán capaces de:

- Identificar y clasificar conceptos y fenómenos Físicos relacionados con la electricidad y magnetismo.
- Explicar Físicamente el funcionamiento de la esfera de plasma.
- Describir el comportamiento de la esfera cuando es perturbada por una ampolleta y un objeto metálico.

Orientación didáctica

Se recomienda a los profesores y las profesoras, que el uso de las guías sea al inicio de la unidad a tratar, como diagnóstico, y posteriormente como evaluación al finalizar la unidad. Para que de esta forma poder evaluar el proceso de aprendizaje del estudiantado.

Aquí se entregan una serie de indicaciones que pueden ayudar a el profesor o la profesora a orientar al estudiantado en los distintos momentos del taller.

1. Si ya observaron el funcionamiento de la esfera de plasma presentada, entonces deberían describirlo.
2. Si describieron el funcionamiento del juguete, entonces oriéntelos para identificar y relacionar fenómenos Físicos asociados a la electricidad y magnetismo (unidad anteriormente vista) que presenta la esfera de plasma.
3. Si identificaron los fenómenos Físicos, entonces por medio de un dibujo, pueden explicar el funcionamiento de la esfera de plasma, señalando fenómenos Físicos asociados.
4. Si no saben qué hacer con la esfera, entonces puede pedirles que coloquen una de sus manos sobre la parte superior de la esfera de plasma encendida y después sólo algunos dedos sobre la esfera, anotando sus observaciones.

5. Si colocan algún objeto metálico sobre la esfera de plasma en funcionamiento y observan lo que sucede, entonces oriéntelos para que respondan lo siguiente ¿Cómo explicarían este fenómeno? ¿Con qué conceptos o ideas Físicas propias de la electricidad y magnetismo se encuentran presentes?
6. Si realizaron los dos casos anteriores, entonces oriéntelos para que puedan explicar cuál es la que concentra la mayor cantidad de rayos.
7. Si no saben qué experimento realizar para validar o refutar las hipótesis, entonces trate de oscurecer al máximo la sala o el laboratorio, y oriéntelos para que acerquen la ampollita o el tubo fluorescente a la esfera de plasma en funcionamiento y expliquen este fenómeno.
8. Si no saben cómo explicar el fenómeno observado, entonces oriéntelos con las siguientes preguntas: ¿Por qué el gas enrarecido que está situado en el interior de la esfera de plasma permite visualizar destellos o rayos luminosos? ¿Qué fenómeno Físico o característica debe poseer este gas?
9. Si acercaron la ampollita a la esfera de plasma, entonces oriéntelos para que puedan explicar Físicamente el hecho de que la ampollita fluorescente se encienda al acercarla.
10. Si los grupos no saben qué hacer en el afiche, entonces oriéntelos en estudiar los fenómenos eléctricos que dan origen a estos fenómenos luminosos. Además, con qué otros posibles materiales se podrían experimentar con la esfera de plasma, armando una lista identificando el fenómeno Físico en cada caso.

3.8.5.1. Plan del taller para la “Esfera de Plasma”⁷¹

INICIO (15 minutos)

- En primera instancia, se recomienda que muestre el instrumento a sus estudiantes, dando las indicaciones necesarias para evitar el mal uso del mismo. En esta etapa se pide que formen grupos de 3 a 4 estudiantes y de forma grupal formulen sus propias hipótesis que expliquen el funcionamiento de este juguete. Los recursos necesarios son la “Guía para el o la estudiante”, la esfera de plasma, ampolleta fluorescente y un objeto metálico para cada grupo. Indicadores de evaluación: observan y formulan hipótesis que describa el funcionamiento de la esfera de plasma.

DESARROLLO (40 minutos)

- En esta etapa, se les invita a los y las estudiantes a que, ratifiquen o descubran que el funcionamiento de la esfera se debe al estado en que está, así conllevando a explorar con objetos, como la ampolleta o un objeto metálico sobre la esfera y describir qué sucede en cada situación. Indicador de evaluación: describen y explican los fenómenos Físicos presentes en el instrumento.

SÍNTESIS (25 minutos)

- Un integrante por grupo expone la conclusión contrastando con las conclusiones de otros grupos y debatiendo respecto a la veracidad de estos. Finalmente, por medio de preguntas destaque conducción eléctrica, carga eléctrica, repulsión eléctrica, campo y potencial eléctrico y onda eléctrica. Indicador de evaluación: relacionan e identifican conceptos claves que están presentes en la actividad realizada.

⁷¹ El tiempo estimado que se entregan han sido puestos como orientación para el profesor y la profesora, según lo que creemos como óptimo en la aplicación del taller. Pero no han sido probadas, por lo que el ideal es que se pruebe y ajusten los tiempos.

Bibliografía

- Programa de Estudio primero medio, unidad 3: electricidad, páginas 94-95.

Bibliografía en línea

- <http://www.profisica.cl/comofuncionan/como.php?id=39> [consulta: 31 diciembre 2011 a las 11:13 horas].
- <http://www.acmor.org.mx/cuam/2008/533-radiometro.pdf> [consulta: 27 abril 2012 a las 14:37 horas].
- http://www.cienciapopular.com/n/Experimentos/Bola_de_Plasma/Bola_de_Plasma.php [consulta: 02 abril 2012 a las 22.20 horas].
- <http://www.youtube.com/watch?v=CdpqoGhhXok&feature=related> [consulta: 02 abril 2012 a las 12:30 horas].
- http://www.youtube.com/watch?v=KzuxgBFc5_o [consulta: 02 abril 2012 a las 12:33 horas].

3.8.6. GUÍA DIDÁCTICA: Esferas Saltarinas.

¿Qué es?



Figura 14.1

Es un sistema de pelotas saltarinas de distinto tamaño y masa, de aproximadamente 70, 23 y 8 gramos. Este juguete puede ser construido por los mismos docentes. Para ello necesitan 3 pelotas saltarinas, una bombilla de largo aproximadamente unos 18 cm y 5 mm de diámetro, una broca de 6 mm, un tornillo del tipo roscalata (de manera que calce bien en el extremo de la bombilla) y un destornillador.

Primero se realiza en el centro un orificio de extremo a extremo en cada esfera con el taladro, luego se ubica el tornillo en uno de los extremos de la bombilla y se introduce la esfera de mayor tamaño primero, en la cual el tornillo se acomoda casi al centro de esta mediante el uso del destornillador, luego se colocan las demás esferas ordenadas de mayor a menor masa en la bombilla como se muestra en la **Figura 14.1**.

¿Cómo funciona?

Las esferas saltarinas se colocan ordenadas de mayor a menor masa como lo indica la **Figura 14.2**. Luego es sostenida por una persona, y se deja caer (soltar) desde una altura media con respecto a la altura que tenga la persona. En el

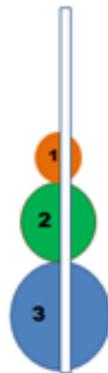


Figura 14.2



Figura 14.3

funcionamiento se observan dos configuraciones, la primera es cuando el sistema es soltado y la esfera que está ubicada en el fondo de la bombilla (o

extremo inferior) toca el suelo rebotando y choca con las que están sobre ella, y la segunda se presenta con la salida rápida de la última de las esfera (la de menor masa) recorriendo una mayor altura, comparada con la altura desde la que fue soltada. En casos, logra salir la esfera 2, pero efectúa sólo un rebote de poca altura como se observa en la **Figura 14.3**.

¿Qué fenómenos Físicos involucra?

Los fenómenos Físicos presentes en el funcionamiento de las esferas saltarinas, son principalmente la conservación de la energía mecánica. Dicho funcionamiento se presentan dos configuraciones que son las siguientes:

Configuración 1.

El sistema de esferas saltarinas, se encuentran inicialmente en reposo, por lo que su energía mecánica inicial, es toda energía potencial gravitatoria debida a la altura, y si "m" es la masa total de las tres esferas juntas, es decir, $m = m_1 + m_2 + m_3$, lo que se puede presentar con la siguiente relación y se observa en la **Figura 14.4**:

$$Em_i = U^g = mhg.$$

Luego, al ser soltada, su energía potencial inicial gravitatoria, se va transformando en energía cinética, y así también como está bajando el sistema con las esferas, disminuye su energía potencial, hasta que toca el suelo y su energía cinética es máxima, lo que implica que su energía potencial es nula. Justamente esa energía debida al movimiento permite que rebote en el suelo. Y su energía mecánica final es toda energía cinética y siendo $v = v_1 + v_2 + v_3$:

$$Em_f = Ec = \frac{1}{2}mv$$

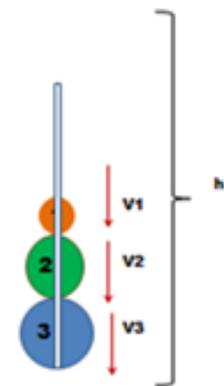


Figura 14.4

Configuración 2.

Al momento de tocar el suelo se genera el rebote de la esfera 3 que transmite la energía del impacto, hacia la esfera 2 y 1 respectivamente, donde nuevamente van adquiriendo energía potencial gravitatoria, dado que, por efecto del rebote (por ser saltarinas las esferas) suben y recorren una altura, como se muestra en la **Figura 14.5**. Luego, la expresión que determinaría la energía mecánica para la configuración 2, es:

$$Em_f = Ec + U^g = \frac{1}{2}mv + mhg$$

No obstante como se debe a un impacto entre las esferas, se transmite el movimiento, donde la esfera 1 alcanza a subir una mayor altura, en relación a la que fue soltada, puesto que, el impulso que le genera las esferas 3 y 2, aumenta su energía cinética y por ende le permite recorrer una mayor distancia, como se muestra en el siguiente esquema que consta de 3 etapas **Figura 14.5**

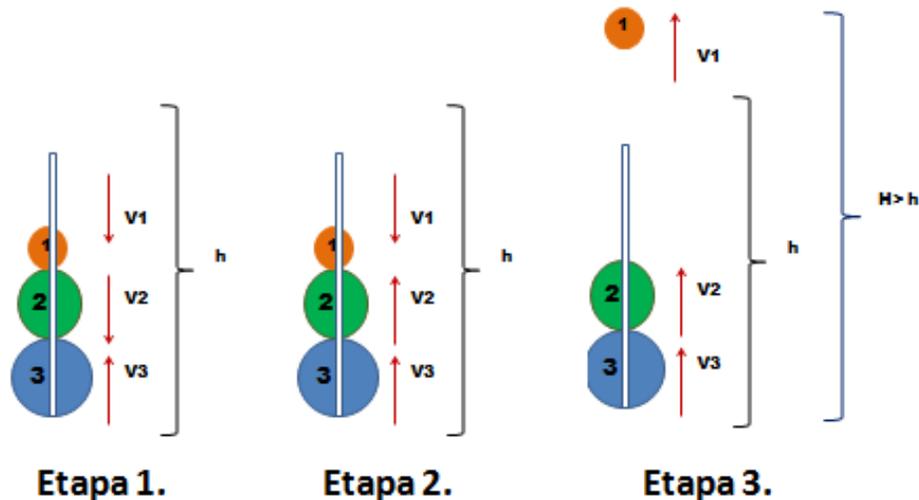


Figura 14.5

Conceptos relacionados con los programas de estudio

Habilidades de pensamiento científico:

- Aplicación de las leyes de conservación del *momentum* lineal y de la energía mecánica para explicar fenómenos y aplicaciones prácticas.

Contenidos mínimos obligatorios, a tratar en 2° Medio:

- Energía mecánica.
- Energía potencial gravitatoria.
- Energía cinética.
- Choques elásticos.
- Conservación de la energía mecánica.
- *Momentum* lineal.
- Caída libre.

Objetivos esperados

Los y las estudiantes serán capaces de:

- Identificar y clasificar conceptos y fenómenos Físicos relacionados con la energía mecánica.
- Explicar la conservación de la energía mecánica.

Orientación didáctica

Se recomienda a los profesores y las profesoras, que el uso de las guías sea al inicio de la unidad a tratar, como diagnóstico, y posteriormente como evaluación al finalizar la unidad. Para que de esta forma poder evaluar el proceso de aprendizaje del estudiantado.

Aquí se entregan una serie de indicaciones que pueden ayudar a el profesor o la profesora a orientar al estudiantado en los distintos momentos del taller.

1. Si no saben qué hacer con el juguete, entonces orientelos para que observen y expliquen lo que ocurre al soltar una pelota saltarina desde una cierta altura, ésta no superará dicha altura una vez que rebota.
2. Si no saben qué hacer con el juguete armado con pelotas saltarinas y una bombilla, entonces orientelos para que las dejen caer desde una altura "h". Indicando ¿cuál es la energía potencial del sistema de pelotitas saltarinas antes de ser soltadas? ¿con qué energía llegaría el sistema de pelotas saltarinas en el suelo? ¿qué transformación energética habría? ¿qué ocurre con la energía cinética del sistema después del rebote?
3. Si observaron lo que sucede con el rebote una vez que dejan caer el sistema de pelotas saltarinas hacia el suelo, entonces ¿Qué explicación Física pueden dar?
4. Si no pueden predecir lo que sucederá con el sistema de pelotas saltarinas una vez que éstas reboten en el suelo, entonces orientelos recordando la conservación del momento lineal.
5. Si no saben cómo validar o refutar las hipótesis, entonces orientelos haciendo que repitan el experimento realizado pero ahora con un balón de básquetbol y una pelota de tenis. Anotando nuevas observaciones y/o conclusiones que pueden aportar.

3.8.6.1. Plan del taller para la “Esferas Saltarinas”⁷²

INICIO (15 minutos)

- En primera instancia, se recomienda que muestre el instrumento a sus estudiantes, dando las indicaciones necesarias para evitar el mal uso del mismo. En esta etapa se pide que formen grupos de 3 a 4 estudiantes y de forma grupal formulen sus propias hipótesis que expliquen el funcionamiento de este juguete. Los recursos necesarios son la “Guía para el o la estudiante”, esferas saltarinas, pelota de básquetbol, pelota de tenis y cinta adhesiva para cada grupo. Indicadores de evaluación: observan y formulan hipótesis que describa el funcionamiento de las esferas saltarinas.

DESARROLLO (40 minutos)

- En esta etapa, se invita a los y las estudiantes a que ratifiquen o descubran mediante pasos y preguntas sencillas sobre el funcionamiento de las esferas saltarinas como dejar caer sólo una esfera saltarina, explorando y registrando las observaciones y el comportamiento del juguete. Indicador de evaluación: describen y explican los fenómenos Físicos presentes en el instrumento.

SÍNTESIS (25 minutos)

- Un integrante por grupo expone la conclusión contrastando con las conclusiones de otros grupos y debatiendo respecto a la veracidad de estos. Finalmente, por medio de preguntas destaque los principios Físicos del juguete, relacionándolos con las leyes de conservación del *momentum* lineal y de la energía mecánica. Indicador de evaluación: relacionan e identifican conceptos claves que están presentes en la actividad realizada.

⁷² El tiempo estimado que se entregan han sido puestos como orientación para el profesor y la profesora, según lo que creemos como óptimo en la aplicación del taller. Pero no han sido probadas, por lo que el ideal es que se pruebe y ajusten los tiempos.

Bibliografía

- Actualización curricular 2009, Habilidades de pensamiento científico, la materia y sus transformaciones página 288.

Bibliografía en línea

- http://www.jpimentel.com/ciencias_experimentales/pagwebciencias/pagweb/juquetes_energia.htm [consulta: 03 abril 2012 a las 00:50 horas].
- <http://www.youtube.com/watch?v=A3VtQ2QL01U> [consulta: 02 abril 2012 a las 12:04 horas].
- <http://www.youtube.com/watch?v=A3VtQ2QL01U> [consulta: 02 abril 2012 a las 12:04 horas].

3.8.7. GUÍA DIDÁCTICA: Radiómetro.

¿Qué es?

Corresponde a un molino de cuatro aspas conformadas por pequeños rectángulos verticales unidos entre sí, los cuales tienen doble cara, es decir, cada rectángulo está pintado de negro por un lado y blanco por el lado opuesto, o el metal sin pintar, por el otro lado, alternadamente. En el interior de la ampolla de cristal, se encuentra un pivote en el que están sustentadas las aspas sobre la punta de una aguja o alfiler, que para minimizar el rozamiento, está colocado dicha ampolla de vidrio transparente está cerrada casi al vacío, como se muestra en la **Figura 15.1**. No obstante, para disminuir aún más el rozamiento existe en el centro del aspa y encima del eje del pivote un tubo de vidrio que lo logra disminuir más aún.



Figura 15.1

El radiómetro de Crookes, que es su nombre original, fue inventado por Sir Williams Crookes en el último cuarto del siglo XIX, que lo empleó en sus estudios de descargas en gases para medir la intensidad de las radiaciones utilizadas.

¿Cómo funciona?

El radiómetro de Crookes funciona con uso de energía térmica o lumínica. Es decir, incidiendo en el caso de ser luz sobre la ampolla transparente, o acercando una fuente térmica hacia él. La interacción y transmisión de dichas formas de energías al acercarlas, genera el movimiento de las aspas, lo que se ve representado por el giro del molino que está contenido dentro de la ampolla. En resumen, si el radiómetro es alumbrado con



Figura 15.2

alguna fuente luminosa, por ejemplo el de una lámpara de luz visible, el molino comienza a girar de tal manera que las caras de los rectángulos de las aspas que están pintadas de color negro van moviéndose (girando) en dirección de alejamiento de la fuente luminosa, mientras que las caras pintadas de blanco o de metal pulido, giran acercándose a dicha fuente, por lo que a medida que la fuente de luz se aleja, el aspa del radiómetro gira más

lentamente, como se muestra en la **Figura 15.2**.

Ahora, si en vez de utilizar una lámpara de luz visible, se usa una de luz infrarroja, también genera rotación del molino, pero sólo en aquellos radiómetros en los cuales sus caras sean de metal pulido y la otra pintada de negro. Con luz infrarroja el radiómetro con caras pintadas de blanco y de negro alternativamente no gira. Cuando en un radiómetro ingresa aire, es decir, pierde vacío (porque se haya roto el vidrio de sellado) la rotación del aspa ya no se genera al ser iluminada. Si el aire se extrae mediante una bomba de vacío, este vuelve a girar. En el caso de que el radiómetro iluminado y que ha estado girando se introduce en el frigorífico, gira en sentido contrario durante un pequeño intervalo de tiempo.

¿Qué fenómenos Físicos involucra?

Los fenómenos Físicos asociados y que están presentes en el radiómetro de Crookes, son el de transformación de energía lumínica en térmica. Lo anterior se plasma en el sentido de que las superficies pintadas de negro absorben más energía que es proveniente de la fuente lumínica que las pintadas de blanco, dado que, el color blanco refleja todos los colores del

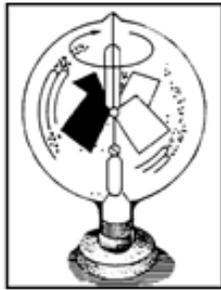


Figura 15.3

espectro luminoso, lo que lo hace comportarse como espejos reflectores, mientras que el negro, absorbe los rayos de luz, causando un aumento de temperatura mayor en las caras negras de las aspas que las de color blanco. Sin embargo, las moléculas de aire que queda dentro del radiómetro y que están en contacto con las superficies pintadas de negro están a mayor temperatura que las pintadas de blanco o de metal pulido, esto ocurre debido a la teoría cinética de los gases, las cuales apuntan que moléculas a mayor temperatura se mueven a mayor velocidad que las que están a menor temperatura, y en consecuencia, determina la dirección de giro según la cara que esté cercana a la fuente lumínica como se aprecia en la **Figura 15.3**. Basándonos en la explicación propuesta por Reynolds en donde propone la *transpiración térmica*, donde “el flujo de gas a través de una superficie porosa causado por una diferencia de temperatura en ambos lados del aspa” [Guillermo, 2005]. Al no ser porosas las aspas, nos concentramos en los bordes de las mismas. Mirándolas desde arriba, vemos sólo una línea horizontal, siendo la parte inferior correspondiente al lado negro y la superior el blanco. Las moléculas que chocan en los bordes desde el lado caliente, en promedio, son más que aquellas que chocan del lado frío, obteniendo como resultante una fuerza hacia el lado blanco⁷³. Las moléculas del gas chocan en el lado caliente del aspa y aumentará un poco la velocidad del aspa. El desequilibrio de este efecto entre el lado caliente y el frío genera una presión neta equivalente a un empuja en el lado negro, resultando un giro con el lado negro atrás. Pero esta explicación por sí sola no basta. Einstein mostró que debido a la diferencia de temperatura en los bordes las dos presiones no se cancelan totalmente. Esta fuerza sería suficiente para mover las aspas, pero no tan rápido. Por lo que se propone que la suma de ambas presiones sea el resultado del movimiento del radiómetro.

⁷³ Esto es conocido como “desplazamiento térmico” o “arrastre térmico”.

Conceptos relacionados con los programas de estudio

Habilidades de pensamiento científico:

- Distinción de situaciones en que el calor se propaga por conducción, convección y radiación.
- Interpretación cualitativa de la relación entre temperatura y calor en términos del modelo cinético de la materia.

Y en relación a los contenidos mínimos obligatorios, a tratar en 4° Medio:

- Transformación de energía lumínica y térmica, y viceversa.
- Transmisión del calor.
- Cuerpo negro.
- Radiación térmica.

Objetivos esperados

Los y las estudiantes serán capaces de:

- Identificar y clasificar conceptos y fenómenos Físicos relacionados con la termodinámica.
- Explicar Físicamente el funcionamiento del radiómetro.

Orientación didáctica

Se recomienda a los profesores y las profesoras, que el uso de las guías sea al inicio de la unidad a tratar, como diagnóstico, y posteriormente como evaluación al finalizar la unidad. Para que de esta forma poder evaluar el proceso de aprendizaje del estudiantado.

Aquí se entregan una serie de indicaciones que pueden ayudar a el profesor o la profesora a orientar al estudiantado en los distintos momentos del taller.

1. Si no logran hacer funcionar el radiómetro, entonces pídales que lo ubiquen, tratando que sus aspas no estén en movimiento, y acercando la lámpara

encendida, luego apagándola. Anotando las observaciones en ambos casos, y respondiendo las siguientes preguntas: ¿Qué sucede cuando se acerca la lámpara encendida al radiómetro? ¿Qué sucede cuando apaga la lámpara? ¿En qué casos gira más rápidas las aspas? Expliquen según lo observado y relacionando los contenidos vistos en clases anteriores.

2. Si no entienden el funcionamiento del radiómetro, entonces orientelos con el rol que cumplen las “aspas” en el funcionamiento de este juguete, señalando fenómenos Físicos relacionados con dicho funcionamiento.
3. Si no entienden el funcionamiento de las aspas, entonces orientelos hacia qué dirección giran las aspas al encender la lámpara.
4. Si no saben cómo verificar o refutar hipótesis, entonces indíqueles que enciendan la estufa y acerquen el radiómetro con sus aspas en reposo y que luego lo alejen cuidadosamente, anoten sus observaciones en ambos casos.
5. Si no saben qué hacer con la estufa, entonces orientelos con las siguientes preguntas: ¿Qué sucede cuando se acerca el radiómetro a la estufa? ¿Qué sucede cuando se la aleja el radiómetro? ¿En qué casos gira más rápidas las aspas?
6. Si no relacionan las experiencias con la lámpara y con la estufa, entonces orientelos haciendo que respondan ¿Dependerá sólo de la luz que incide sobre el radiómetro su rapidez de giro de las aspas?
7. Si no saben señalar los tipos de energía presentes en el funcionamiento del radiómetro, entonces orientelos con las siguientes preguntas: ¿Existe transformación de energía? ¿El funcionamiento del radiómetro podría tener explicación mediante la teoría cinética molecular?

3.8.7.1. Plan del taller para la “Radiómetro”⁷⁴

INICIO (15 minutos)

- En primera instancia, se recomienda que muestre el instrumento a sus estudiantes, dando las indicaciones necesarias para evitar el mal uso del mismo. En esta etapa se pide que formen grupos de 3 a 4 estudiantes y de forma grupal formulen sus propias hipótesis que expliquen el funcionamiento de este juguete. Los recursos necesarios son la “Guía para el o la estudiante”, radiómetro, lámpara o linterna y mechero o estufa para cada grupo. Indicadores de evaluación: observan y formulan hipótesis que describa el funcionamiento del radiómetro.

DESARROLLO (40 minutos)

- En esta etapa, se invita a los y las estudiantes a que ratifiquen o descubran mediante pasos y preguntas sencillas sobre el funcionamiento del radiómetro como el acercar la estufa a este, explorando y registrando las observaciones y el comportamiento del juguete. Indicador de evaluación: describen y explican los fenómenos Físicos presentes en el instrumento.

SÍNTESIS (25 minutos)

- Un integrante por grupo expone la conclusión contrastando con las conclusiones de otros grupos y debatiendo respecto a la veracidad de estos. Finalmente, por medio de preguntas destaque los principios Físicos del juguete, relacionándolos con la transformación de energía lumínica y térmica, transmisión del calor, cuerpo negro y radiación térmica. Indicador de evaluación: relacionan e identifican conceptos claves que están presentes en la actividad realizada.

⁷⁴ El tiempo estimado que se entregan han sido puestos como orientación para el profesor y la profesora, según lo que creemos como óptimo en la aplicación del taller. Pero no han sido probadas, por lo que el ideal es que se pruebe y ajusten los tiempos.

Bibliografía

- Actualización curricular 2009, Habilidades de pensamiento científico, la materia y sus transformaciones página 288.

Bibliografía en línea

- <http://cluster-divulgacioncientifica.blogspot.com/2008/10/el-radiometro.html>[consulta: 03 abril 2012 a las 01:13 horas].
- <http://www.ecovida.pinar.cu/energia/HTML/Revistas%20Energia%20y%20Tu/Energia20/HTML/Articulo15.htm> [consulta: 03 abril 2012 a las 01:11 horas].
- <http://www.youtube.com/watch?v=xOGGIx15Q8Q> [consulta: 02 abril 2012 a las 13:30 horas].
- <http://cuadernomental.blogspot.com/2005/07/radimetro-o-molinillo.html> [consulta: 29 abril 2012 a las 17:55 horas].

3.8.8. GUÍA DIDÁCTICA: Termómetro de Galileo.

¿Qué es?



Figura 16.1 de una medalla o plaquita metálica que contiene grabado el número de las temperaturas, en las cuales, la esfera superior indica 27 °C y siendo la menor 17°C, como se muestra en la **Figura 16.1** estando las temperaturas indicadas en el resto de las esferas espaciadas 2°C.

Es un tubo vertical de vidrio transparente cerrado por ambos extremos, en que contiene un líquido que por lo general es agua o algún producto de hidrocarburo, en la que se encuentran sumergidas varias esferas de vidrio cerradas, que en su interior contiene una cierta cantidad de líquido de diversos colores (entre los más destacados, son: azul, amarillo, rojo, naranja). Cada esfera en su parte inferior dispone (cuelga)



Figura 16.2

¿Cómo funciona?

Al igual que los termómetros usuales (como los de mercurio), se acerca a un objeto que se quiere medir su temperatura, como por ejemplo, si se quiere determinar la temperatura ambiental de una sala, se coloca sin ninguna otra fuente térmica o frigorífica cercana (para que no altere la medición) y se deja reposar de manera vertical como se muestra en la **Figura 16.2**. Cuando la temperatura del líquido contenido es menor a 17 °C, las esferas flotan todas ellas en línea, con la esfera de los 27 °C arriba y la de 17 °C abajo, y las demás colocadas correlativamente en medio. Si la temperatura del aire va aumentando



Figura 16.3

y también la del agua, al alcanzarse los 18 °C, la primera esfera desciende hasta el mismo fondo del tubo. A medida que la temperatura del líquido va siendo ligeramente mayor que la mostrada en una medalla la correspondiente esfera desciende hasta alcanzar las esferas que ya están en el fondo, como se aprecia en la **Figura 16.3**. Por lo tanto, en este termómetro de Galileo la temperatura en grados Celsius está próxima al valor de la medalla de la esfera más baja que todavía se encuentra en la parte superior el tubo. Cuando la temperatura del aire alrededor del termómetro varía el líquido del tubo tarda cierto tiempo en reaccionar, por lo que se trata de un termómetro con un gran tiempo de respuesta.

¿Qué fenómenos Físicos involucra?

Los fenómenos Físicos presentes en el termómetro de Galileo, es el de la variación de la densidad de un líquido (el que está dentro del tubo) con la temperatura, dicha variación sigue la ley que está dada por la siguiente

expresión: $\rho(t) = \frac{\rho_0}{[1 + \alpha(t - t_0)]}$, donde ρ_0 : densidad

del líquido y α : coeficiente de dilatación del líquido a la temperatura t_0 . Si el líquido contenido dentro del termómetro es agua, los valores de estos parámetros son respectivamente: $\rho_0 = 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ y $\alpha = 1,8 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}$ siendo $t_0 = 0^\circ \text{C}$.

Suponemos que todas las esferas tienen el mismo volumen, que expresaremos como V_E y que la masa conjunta de la esfera vacía y de la

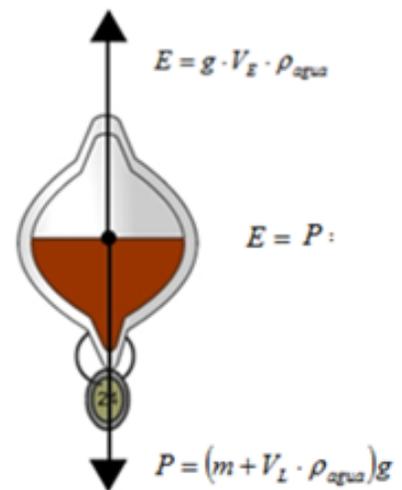


Figura 16.4.

medalla es la misma, denotada por m , y es la misma para todas las esferas variando de unas a otras el volumen del líquido contenido, V_L . Para comprender el fenómeno, se hace una descomposición de fuerzas (o diagrama de cuerpo libre) que actúan sobre una de las esferas sumergidas como se muestra en la **Figura 16.4**. Suponiendo que el líquido que rodea a la esfera es agua, la fuerza ascensional (Empuje y por principio de Arquímedes) que experimenta la esfera viene dada por: $E = V_E \rho_{agua} g$

Luego, el peso del conjunto que tiene la esfera, el líquido y la medalla es: $P = (m + V_L \cdot \rho_{agua})g$, entonces la fuerza total que experimenta la esfera es:

$$F_T = [V_E \cdot \rho_{agua} - (m + V_L \cdot \rho_{agua})]g$$

Cuando la fuerza ascensional se iguala al peso, la fuerza total se anula y la esfera permanece en equilibrio en el líquido, véase **Figura 16.4**.

En términos de ecuaciones se tiene:

$$[V_E \cdot \rho_{agua} - (m + V_L \cdot \rho_{agua})]g = 0$$

Lo que resulta:

$$\left(V_E - \frac{m[1 + \alpha(t - t_0)]}{\rho_0} \right) - V_L = 0$$

Supóngase el caso de una temperatura t_1 para la cual una de las esferas (por ejemplo la 3) está en equilibrio flotando en la zona media del tubo sin contacto con el resto de las esferas; esto es así porque la fuerza total es nula, es decir se verifica

$$\left(V_E - \frac{m[1 + \alpha(t_1 - t_0)]}{\rho_0} \right) - V_3 = 0$$

Si las esferas se ordenan de arriba hacia abajo de menor a mayor volumen de líquido contenido (el subíndice indica el orden), en la **tabla 1** se muestra cómo sería, en este caso, la situación del conjunto de todas las esferas.

Si la temperatura pasa de t_1 a t_2 de modo tal que $t_2 > t_1$, el término

$$\left(V_E - \frac{m[1 + \alpha(t - t_0)]}{\rho_0} \right)$$

disminuye, con lo cual

$$\left(V_E - \frac{m[1 + \alpha(t_1 - t_0)]}{\rho_0} \right) - V_3 < 0$$

descendiendo dicha esfera a la parte inferior. En consecuencia la situación es ahora reflejada en la **tabla 2**.

Esfera	Volumen líquido	Fuerza ascensional	Situación
Primera	V_1	$\left(V_E - \frac{m[1 + \alpha(t_1 - t_0)]}{\rho_0} \right) - V_1 > 0$	Arriba
Segunda	V_2	$\left(V_E - \frac{m[1 + \alpha(t_1 - t_0)]}{\rho_0} \right) - V_2 > 0$	Arriba
Tercera	V_3	$\left(V_E - \frac{m[1 + \alpha(t_1 - t_0)]}{\rho_0} \right) - V_3 = 0$	<u>En equilibrio</u>
Cuarta	V_4	$\left(V_E - \frac{m[1 + \alpha(t_1 - t_0)]}{\rho_0} \right) - V_4 < 0$	Abajo
Quinta	V_5	$\left(V_E - \frac{m[1 + \alpha(t_1 - t_0)]}{\rho_0} \right) - V_5 < 0$	Abajo
Sexta	V_6	$\left(V_E - \frac{m[1 + \alpha(t_1 - t_0)]}{\rho_0} \right) - V_6 < 0$	Abajo

Tabla 1

Esfera	Volumen líquido	Fuerza ascensional	Situación
Primera	V_1	$\left(V_E - \frac{m[1 + \alpha(t_2 - t_0)]}{\rho_0} \right) - V_1 > 0$	Arriba
Segunda	V_2	$\left(V_E - \frac{m[1 + \alpha(t_2 - t_0)]}{\rho_0} \right) - V_2 > 0$	Arriba
Tercera	V_3	$\left(V_E - \frac{m[1 + \alpha(t_2 - t_0)]}{\rho_0} \right) - V_3 < 0$	<u>Abajo</u>
Cuarta	V_4	$\left(V_E - \frac{m[1 + \alpha(t_2 - t_0)]}{\rho_0} \right) - V_4 < 0$	Abajo
Quinta	V_5	$\left(V_E - \frac{m[1 + \alpha(t_2 - t_0)]}{\rho_0} \right) - V_5 < 0$	Abajo
Sexta	V_6	$\left(V_E - \frac{m[1 + \alpha(t_2 - t_0)]}{\rho_0} \right) - V_6 < 0$	Abajo

Tabla 2

En resumen, al aumentar la temperatura, las esferas que están en la parte superior van cayendo hacia la parte inferior y al disminuir la temperatura, las esferas que están en la parte inferior van subiendo hacia la parte superior. La esfera más baja de las que están en la parte superior identifica la temperatura del líquido y, por tanto, la temperatura ambiente.

Conceptos relacionados con los programas de estudio

Habilidades de pensamiento científico:

- Formulación de la segunda ley de la termodinámica bajo la forma “el calor no se transfiere espontáneamente de un cuerpo frío a uno de mayor temperatura”. Discusión de su significado a través de ejemplos relevantes para la vida diaria.

Y los contenidos mínimos obligatorios, a tratar en 4° Medio Diferenciado:

- Equilibrio térmico.
- Dilatación de los líquidos y gases.
- Segunda Ley de la Termodinámica.

Y abarca los contenidos previos de 3° medio que son:

- Flotabilidad.
- Principio de Arquímedes.

Objetivos esperados

Los y las estudiantes serán capaces de:

- Reconocer y explicar los fenómenos termodinámicos implicados en el funcionamiento del termómetro de Galileo.
- Detección de conceptos, como: calor, temperatura, densidad y transmisión del calor.

Orientación didáctica

Se recomienda a los profesores y las profesoras, que el uso de las guías sea al inicio de la unidad a tratar, como diagnóstico, y posteriormente como evaluación al finalizar la unidad. Para que de esta forma poder evaluar el proceso de aprendizaje del estudiantado.

Aquí se entregan una serie de indicaciones que pueden ayudar a el profesor o la profesora a orientar al estudiantado en los distintos momentos del taller.

1. Si no logran hacer funcionar el termómetro de Galileo, entonces que observen y enumeren los fenómenos Físicos presentes en el funcionamiento demostrado por usted.
2. Si no saben cómo verificar o refutar las hipótesis, entonces orientelos ubicando el termómetro de Galileo sobre una mesa, y que enciendan el secador de pelo, acercándolo hasta lograr variar la temperatura a la que se encuentra inicialmente, anotando sus observaciones y comentando sobre el fenómeno. Posteriormente que expliquen qué sucede cuando alejan el secador de pelo, justifiquen esquemáticamente cada fenómeno Físico relacionado con este comportamiento.
4. Pueden, con ayuda del secador de pelo, establecer un equilibrio, es decir, que las 3 esferas estén arriba y las otras abajo. Explicando detalladamente cómo logran realizar esto.
5. Si no saben qué fenómeno Físico permite el ascenso o descenso de las esferitas, entonces orientelos preguntando ¿Cómo podemos medir la temperatura? y que lo asocien al ascenso o descenso de las esferitas.
6. Si el funcionamiento no es claro, entonces orientelos para que por medio de un diagrama explicativo, muestren cómo el termómetro logra marcar los 26 °C.

3.8.8.1. Plan del taller para la “Termómetro de Galileo”⁷⁵

INICIO (15 minutos)

- En primera instancia, se recomienda que muestre el instrumento a sus estudiantes, dando las indicaciones necesarias para evitar el mal uso del mismo. En esta etapa se pide que formen grupos de 3 a 4 estudiantes y de forma grupal formulen sus propias hipótesis que expliquen el funcionamiento de este juguete. Los recursos necesarios son la “Guía para el o la estudiante”, termómetro de Galileo, secador de pelo y recipiente con agua y hielo para cada grupo. Indicadores de evaluación: observan y formulan hipótesis que describa el funcionamiento del termómetro de Galileo.

DESARROLLO (40 minutos)

- En esta etapa, se invita a los y las estudiantes a que ratifiquen o descubran que el proceso de evaporación del agua es un proceso de “enfriamiento” y no de “calentamiento”, tras colocar el termómetro de Galileo en un recipiente con agua más hielo. Indicador de evaluación: describen y explican los fenómenos Físicos presentes en el instrumento.

SÍNTESIS (25 minutos)

- Un integrante por grupo expone la conclusión contrastando con las conclusiones de otros grupos y debatiendo respecto a la veracidad de estos. Finalmente, por medio de preguntas destaque los principios Físicos del juguete, relacionándolos equilibrio térmico, dilatación de los líquidos y gases y la segunda ley de a termodinámica. Indicadores de evaluación: relacionan e identifican conceptos claves que están presentes en la actividad realizada y esquematizan la secuencia en la que ocurren los fenómenos Físicos involucrados.

⁷⁵ El tiempo estimado que se entregan han sido puestos como orientación para el profesor y la profesora, según lo que creemos como óptimo en la aplicación del taller. Pero no han sido probadas, por lo que el ideal es que se pruebe y ajusten los tiempos.

Bibliografía

- Formación diferenciada y humanista científica, Física. 4° medio, unidad 1: termodinámica, página 8.

Bibliografía en línea

- <http://elblogboyacense.com/2009/01/19/fundamento-termometro-galileo/>
[consulta: 03 abril 2012 a las 01:16 horas].
- <http://translate.google.cl/translate?hl=es&langpair=en%7Ces&u=http://paul-a-heckert.suite101.com/galileos-thermometer-a15875> [consulta: 03 abril 2012 a las 01:15 horas].
- <http://www.taringa.net/posts/ciencia-educacion/6652976/El-termometro-de-Galileo.html> [consulta: 03 abril 2012 a las 01:18 horas].
- <http://www.youtube.com/watch?v=BHZ3UEbFVgw&feature=related>
[consulta: 02 abril 2012 a las 12:12 horas].
- <http://www.youtube.com/watch?v=QFIRO37lr-o&feature=related> [consulta: 02 abril 2012 a las 12:40 horas].

CONCLUSIÓN

Este seminario tuvo por objetivo el de confeccionar una propuesta didáctica para la enseñanza de determinados fenómenos Físicos, por medio de juguetes. Seleccionando juguetes Físicos y confeccionando actividades didácticas basadas en la Metodología Indagatoria en la Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias para poder ser implementados en los establecimientos educacionales de Chile.

Luego de confeccionar las guías didácticas para cada juguete seleccionado, corroboramos que pueden ser usadas en las clases de Física al cumplir con los planes y programas, siendo un apoyo importante dentro del desarrollo de las unidades a tratar. Es importante que en el momento de la selección de cada juguete Físico para la utilización en la unidad a tratar, se tengan presentes los Contenidos Mínimos Obligatorios y si el funcionamiento es significativo para lograr una explicación necesaria en la experiencia.

Fue importante saber con claridad el funcionamiento de cada juguete Físico, debido a que en algunos casos, estos abarcan más allá de la unidad que se desea estudiar, pero el funcionamiento principal de estos siempre se centran en algún fenómeno Físico en específico, logrando un apoyo sustancial en la clase, logrando guiar el trabajo que se desea realizar con el estudiantado. Creemos en la importancia que estos tienen dentro del proceso educativo.

BIBLIOGRAFÍA

- Actualización curricular 2009, Habilidades de pensamiento científico (2009). Chile: Ministerio de Educación, pág. 285, 288
- Almudí, J. M.; Becerra, C.; Gras-Mart, A.; Guisasola, J. y Martínez-Torregrosa, J. (2004). ¿Puede ayudar la investigación en enseñanza de la Física a mejorar su docencia en la universidad? *Revista Brasileira de Ensino de Física*. 26 (3) pág. 198.
- Arcila, P.; Cañón, O.; Jaramillo, J. and Mendoza, Y. (2010). Comprensión del significado desde Vygotsky, Bruner y Gergen. *Revista Diversitas – Perspectivas en Psicología*. 6 (1) pág. 40.
- Arenas, E., Metodología Indagatoria, <<http://fisica.usach.cl/~lefm/Indagacion.pdf>>, [consulta: 3 diciembre 2011], pág. 1.
- Barbosa, L. (2008, septiembre). Los Experimentos Discrepantes en el aprendizaje activo de la Física. *Latin-American Journal of Physics Education*, 2 (3) pág. 246.
- Baro, A. (2011, marzo). Metodologías activas y aprendizaje por descubrimiento. *Innovación y Experiencias Educativas*, (40) pág. 5, 6.
- Barriga, F. y Hernández, G. (2007). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*. México: Mc Graw – Hill, pág. 20, 22.

- Barros, J. (2008, diciembre). Enseñanza de las ciencias desde una mirada de la didáctica de la escuela francesa. *Revista EIA*. (10) pág. 68.
- Bolívar, A. (2005). Conocimiento Didáctico del Contenido y Didácticas Específicas. *Revista de currículum y formación del profesorado*, pág. 13.
- Cardelli, J. (2004). Reflexiones críticas sobre el concepto de Transposición Didáctica de Chevallard. *Cuadernos de Antropología Social*. (19) pág. 51.
- Carrera, B. y Mazzarella, C. (2001, abril/mayo/junio). Vygotsky: enfoque sociocultural. *Educere*, 5 (13), pág. 43.
- Chevallard, Y., Bosch, M. y Gascón, J. (1997). Estudiar matemáticas: el eslabón perdido entre enseñanza y aprendizaje. Barcelona: Horsori, pág. 58, 71, 80, 197.
- Chile y el aprendizaje de matemáticas y ciencias según TIMSS. Resultados de los estudiantes chilenos de 8° básico en el Estudio Internacional de Tendencias en Matemáticas y Ciencias 2003 (2010, diciembre). [en línea]. Santiago: Ministerio de Educación, República de Chile. Disponible en: <http://www.oei.es/quipu/chile/pruebaTIMSS2003.pdf> [2012, 04 de enero], pág. 41.
- De Borja, M. (1994). Los juguetes en el marco de las ludotecas: elementos de juego, de transmisión de valores y desarrollo de la personalidad. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*. (19) 43, 48.

- Fernández, D. Evolución del juego en el niño desde la teoría piagetiana. <<http://www.psicogenetica.com.ar/Eljuegoenelnino.pdf>>, [consulta: 1 diciembre 2011], pág. 1.
- Filsecher, M., Flores, L., Runge, E. y Verdi, M. (2008). Enseñanza de las Ciencias Basadas en la Indagación (ECBI) con TIC, pág. 7.
- Fiolhais, C.; Fiolhais, M. and Güémez, J. (2010, agosto). Juguetes en clases y demostraciones de Física. *Revista Iberoamericana de Física*. 6, pág. 45, 47.
- Formación Diferenciada Humanista Científica (2005, agosto). [en línea]. Chile: Ministerio de Educación, República de Chile. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/17244936/Plan-Diferenciado> [2011, 20 de diciembre], pág. 260
- Gamow, G. (1971). *Biografía de la Física*. Navarra: Salvat Editores, S. A. – Alianza Editorial, S. A, pág. 89.
- García, R. Física para regalar. Recuperado: 29 marzo de 2012, desde: www.disfrutalaciencia.es/articulos/fisicarega.pdf. pág. 2.
- Giordano, J. L. (Actualizada: 20 noviembre 2007). *Como Funciona: La Esfera de Plasma*. Recuperado: 17 diciembre de 2011, desde: <http://www.profisica.cl/comofuncionan/como.php?id=39>.
- Giordano, J. L. (Actualizada: 20 noviembre 2007). *Como Funciona: La Esfera de Plasma*. Recuperado: 17 diciembre de 2011, desde: <http://www.profisica.cl/comofuncionan/como.php?id=18>.

- González, A. (2005, 25 de diciembre). La Física en 2005 y el aprendizaje significativo. *Revista Iberoamericana de Educación*, pág. 2, 3.
- Guilar, M. (2009, enero/febrero/marzo). Las ideas de Bruner: “de la revolución cognitiva” a la “revolución cultural”. *EDUCERE – Ideas y Personajes*. (44) pág. 237, 239.
- Güémez, J. (Actualizada: 2009, 18 junio). *La física detrás del pájaro bebedor*. Recuperado: 16 diciembre de 2011, desde: <http://blogs.eldiariomontanes.es/scientia-mater/2009/06/18/la-fisica-detras-del-pajaro-bebedor/>.
- Güémez, J. Juguetes con interés científico, presentado el año 2003, <<http://www.disfrutalaciencia.es/articulos/juguetesinte.pdf>>, [consulta: 1 diciembre 2011], pág. 1, 2.
- Güémez, J. (2011). La física del pájaro bebedor. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 8 (Número Extraordinario) 399 – 403.
- Gutiérrez, M. (2004). La bondad del juego, pero... *Escuela abierta*, pág. 154, 156.
- Herrera, J. Métodos de enseñanza – aprendizaje, presentado el año 2010 <<http://casanchi.com/did/metoea01.htm>>, [consulta:23 febrero 2012], pág. 2.
- Hewitt, P. (2005, 10 julio). *Física conceptual*(10a ed.). México: Pearson, pág. 762 y 773.

- Juego (2011). En *Diccionario de la Lengua Española* (22^a ed.). Recuperado: 03 diciembre 2011, desde: http://buscon.rae.es/draeI/SrvltConsulta?TIPO_BUS=3&LEMA=juego
- Jugar (2011). En *Diccionario de la Lengua Española* (22^a ed.). Recuperado: 03 diciembre 2011, desde: http://buscon.rae.es/draeI/SrvltConsulta?TIPO_BUS=3&LEMA=jugar
- López, V. (2004). La Física de los Juguetes. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 1 (1) pág. 17, 22, 23.
- Lorenzo, M. Del saber sabio al saber enseñado: una primera aproximación. Recuperado: 15 de enero de 2012, desde: <http://www.psicogenetica.com.ar/Eljuegoenelnino.pdf>, pág. 3
- Lucci, M. (2006). La propuesta de Vygotsky: la psicología socio-histórica. *Revista de currículum y formación del profesorado*, pág. 5.
- Martínez, J. y Varela, M. (2005). “Jugando” a divulgar la Física con juguetes. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 2 (2), pág. 234, 235.
- Objetivos Fundamentales y Contenidos Mínimos Obligatorios de la Educación Básica y Media (2009, diciembre). [en línea]. Chile: Ministerio de Educación, República de Chile. Disponible en: http://www.docentemas.cl/docs/2011/instrumentos/MC_Educacion_Basica_Media.pdf [2011, 19 de diciembre].
- Perales, F. (1998, mayo – agosto). La resolución de problemas en la didáctica de las ciencias experimentales. *Revista Educación y Pedagogía*. 10 (21), pág. 120.

- Piaget, J. (1954). *Inteligencia y Afectividad*. Buenos Aires: Aique, pág. 18, 19, 20, 21, 24.
- Programa de Estudio: Física. I° Año Medio (2011, junio). [en línea]. Chile: Ministerio de Educación, República de Chile. Disponible en: http://www.educra.cl/otec/pdfs/instrumentos_curriculares_mineduc_2011/EDUCACION_BASICA_Y_MEDIA/PROGRAMAS/MEDIA/1_medio/Fisica%20I%20medio.pdf [consulta: 20 de diciembre 2011].
- Programa de Estudio: Física. II° Año Medio (2011, junio). [en línea]. Chile: Ministerio de Educación, República de Chile. Disponible en: http://www.educra.cl/otec/pdfs/instrumentos_curriculares_mineduc_2011/EDUCACION_BASICA_Y_MEDIA/PROGRAMAS/MEDIA/2_medio/2_medio_fisica_ajustado.PDF [consulta: 20 de diciembre 2011].
- Programa de Estudio: Física. III° Año Medio (2004). [en línea]. Chile: Ministerio de Educación, República de Chile. Disponible en: http://www.educra.cl/otec/pdfs/instrumentos_curriculares_mineduc_2011/EDUCACION_BASICA_Y_MEDIA/PROGRAMAS/MEDIA/3_medio/3m10_fisica.pdf [consulta: 20 de diciembre 2011].
- Programa de Estudio: Física. IV° Año Medio (2004). [en línea]. Chile: Ministerio de Educación, República de Chile. Disponible en: http://www.educra.cl/otec/pdfs/instrumentos_curriculares_mineduc_2011/EDUCACION_BASICA_Y_MEDIA/PROGRAMAS/MEDIA/4_medio/4m09_fisica.pdf [consulta: 20 de diciembre 2011].
- Resumen de Resultados PISA 2009 Chile (2010). [en línea]. Chile: Ministerio de Educación, República de Chile. Disponible en: http://www.simce.cl/fileadmin/Documentos_y_archivos_SIMCE/evalu

aciones_inter/pisa_2009/Resumen_Resultados_PISA_2009_Chile.pdf [consulta: 04 de enero 2012], pág. 20 – 26.

- Ruiz, F., Modelos Didácticos para la Enseñanza de las Ciencias Naturales, presentado el año 2007, <http://latinoamericana.ucaldas.edu.co/downloads/Latinoamericana3-2_4.pdf>, [consulta: 3 diciembre 2011], pág. 45, 46, 47, 51.
- Vásquez, J. Propuesta Pedagógica: 4 años, presentado el año 2011, <<http://www.eduinnova.es/monografias2011/ene2011/propuesta.pdf>>, [consulta: 9 diciembre 2011], pág. 1.
- Verdugo, H., Enseñanza de las Ciencias Basadas en la Investigación, <<http://www.uantof.cl/LEM/pagina/pagina/que%20es%20ecbi.pdf>>, [consulta: 3 diciembre 2011], pág. 1, 3.
- Vygotsky, L. (1988). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona: Crítica, pág. 130, 131, 133.
- Villar, F. (2003). *Psicología Evolutiva y Psicología de la Educación*. Barcelona, pág. 264.
- Wood, D. (2003). El qué, por qué, cómo y cuándo de la tutoría: desarrollo de la ayuda y las habilidades de tutoría en niños. *Literacy Teaching and Learning: An International Journal of Early Reading and Writing*. 7, pág. 1-33.

BIBLIOGRAFÍA EN LÍNEA

- http://buscon.rae.es/draeI/SrvltConsulta?TIPO_BUS=3&LEMA=juego [consulta: 31 diciembre 2011 a las 11:13 horas].
- <http://www.psicogenetica.com.ar/Eljuegoenelnino.pdf> [consulta: 31 diciembre 2011 a las 11:12 horas].
- <http://www.disfrutalaciencia.es/articulos/juguetesinte.pdf> [consulta: 31 diciembre 2011 a las 11:10 horas].
- http://latinoamericana.ucaldas.edu.co/downloads/Latinoamericana3-2_4.pdf [consulta: 31 diciembre 2011 a las 11:22 horas].
- <http://www.eduinnova.es/monografias2011/ene2011/propuesta.pdf> [consulta: 31 diciembre 2011 a las 11:18 horas].
- <http://www.uantof.cl/LEM/pagina/pagina/que%20es%20ecbi.pdf> [consulta: 31 diciembre 2011 a las 11:20 horas].
- <http://www.profisica.cl/comofuncionan/como.php?id=18> [consulta: 31 diciembre 2011 a las 11:08 horas].
- <http://www.profisica.cl/comofuncionan/como.php?id=39> [consulta: 31 diciembre 2011 a las 11:13 horas].
- <http://blogs.eldiariomontanes.es/scientia-mater/2009/06/18/la-fisica-detras-del-pajaro-bebedor/> [consulta: 31 diciembre 2011 a las 11:17 horas].
- <http://hologramavirtual.blogspot.com/> [consulta: 01 abril 2012 a las 22:20 horas].

- <http://issuu.com/geopaloma/docs/actividades>[consulta: 01 abril 2012 a las 22:23 horas].
- http://www.educra.cl/otec/pdfs/instrumentos_curriculares_mineduc_2011/EDUCACION_BASICA_Y_MEDIA/PROGRAMAS/MEDIA/1_medio/Fisica%20I%20medio.pdf [consulta: 31 diciembre 2011 a las 11:08 horas].
- http://www.educra.cl/otec/pdfs/instrumentos_curriculares_mineduc_2011/EDUCACION_BASICA_Y_MEDIA/PROGRAMAS/MEDIA/2_medio/2_medio_fisica_ajustado.PDF[consulta: 31 diciembre 2011 a las 11:10 horas].
- http://www.educra.cl/otec/pdfs/instrumentos_curriculares_mineduc_2011/EDUCACION_BASICA_Y_MEDIA/PROGRAMAS/MEDIA/3_medio/3m10_fisica.pdf[consulta: 31 diciembre 2011 a las 11:05 horas].
- http://www.educra.cl/otec/pdfs/instrumentos_curriculares_mineduc_2011/EDUCACION_BASICA_Y_MEDIA/PROGRAMAS/MEDIA/4_medio/4m09_fisica.pdf[consulta: 31 diciembre 2011 a las 11:00 horas].
- <http://www.oei.es/quipu/chile/pruebaTIMSS2003.pdf> [consulta: 04 de enero 2012 a las 15:09 horas].
- http://www.simce.cl/fileadmin/Documentos_y_archivos_SIMCE/evaluaciones_inter/pisa_2009/Resumen_Resultados_PISA_2009_Chile.pdf [consulta: 04 de enero 2012 a las 15:15 horas].
- <http://www.rotten.com/library/culture/novelties/dippy-drinking-birds/> [consulta: 04 de enero 2012 a las 15:20 horas].

- <http://www.profisica.cl> [consulta: 19 de febrero 2012 a las 11:33 horas].
- <http://casanchi.com/did/metoea01.htm> [consulta: 23 de febrero 2012 a las 15:17 horas].
- <http://www.disfrutalaciencia.es/articulos/fisicarega.pdf>[consulta: 29 de marzo 2012 a las 20:12 horas].
- http://senderospedagogicos.blogspot.com/2012_01_12_archive.html [consulta: 01 de abril 2012 a las 00:55 horas].
- http://www.cienciapopular.com/n/Experimentos/Bola_de_Plasma/Bola_de_Plasma.php [consulta: 02 de abril 2012 a las 22:20 horas].
- <http://www.youtube.com/watch?v=A3VtQ2QL01U>[consulta: 02 abril 2012 a las 12:04 horas].
- http://www.jpimentel.com/ciencias_experimentales/pagwebciencias/pagweb/juquetes_energia.htm[consulta: 03 abril 2012 a las 00:50 horas].
- <http://www.ecovida.pinar.cu/energia/HTML/Revistas%20Energia%20y%20Tu/Energia20/HTML/Articulo15.htm> [consulta: 03 abril 2012 a las 01:11 horas].
- <http://cluster-divulgacioncientifica.blogspot.com/2008/10/el-radiometro.html>[consulta: 03 abril 2012 a las 01:13 horas].
- <http://elblogboyacense.com/2009/01/19/fundamento-termometro-galileo/> [consulta: 03 abril 2012 a las 01:16 horas].

- <http://translate.google.cl/translate?hl=es&langpair=en%7Ces&u=http://paul-a-heckert.suite101.com/galileos-thermometer-a15875>[consulta: 03 abril 2012 a las 01:15 horas].
- <http://www.taringa.net/posts/ciencia-educacion/6652976/EI-termometro-de-Galileo.html> [consulta: 03 abril 2012 a las 01:18 horas].
- <http://www.youtube.com/watch?v=CdpqoGhhXok&feature=related> [consulta: 02 abril 2012 a las 12:30 horas].
- http://www.youtube.com/watch?v=KzuxgBFc5_o [consulta: 02 abril 2012 a las 12:33 horas].
- <http://www.youtube.com/watch?v=xOGGlx15Q8Q> [consulta: 02 abril 2012 a las 13:30].
- <http://www.youtube.com/watch?v=QFIRO37Iro&feature=related>[consulta: 02 abril 2012 a las 12:40 horas].
- <http://www.youtube.com/watch?v=BHZ3UEbFVgw&feature=related> [consulta: 02 abril 2012 a las 12:12 horas].
- http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/dinamica/con_mlineal/cuna_newton/cuna_newton.htm#Referencias[consulta: 19 marzo 2012 a las 17:30 horas].
- <http://www.youtube.com/watch?v=yhtYohHwft4>[consulta: 03 abril 2012 a las 02:38 horas].
- <http://www.youtube.com/watch?v=8m2No1NGZVc&feature=related> [consulta: 03 abril 2012 a las 02:51 horas].

- <http://www.youtube.com/watch?v=RZCTzcyIw7Y> [consulta: 03 abril 2012 a las 02:48 horas].
- <http://www.youtube.com/watch?v=ELv1KcWzmWw>[consulta: 03 abril 2012 a las 03:02 horas].
- <http://www.youtube.com/watch?v=Jhs98UyLfFA&feature=related> [consulta: 03 abril 2012 a las 03:05 horas].
- http://www.youtube.com/watch?v=OtU_34n-FXQ&feature=related [consulta: 03 abril 2012 a las 03:17 horas].
- <http://www.juntadeandalucia.es/averroes/~14002996/archivos/ciclos/tjuegos.pdf> [consulta: 03 abril 2012 a las 14:45 horas].
- <http://www.mineduc.cl/> [consulta: 04 abril 2012 a las 13:12 horas].
- <http://www.acmor.org.mx/cuam/2008/533-radiometro.pdf> [consulta: 27 abril 2012 a las 14:37 horas].
- <http://cuadernomental.blogspot.com/2005/07/radimetro-o-molinillo.html> [consulta: 29 abril 2012 a las 17:55 horas].
- <http://personales.ya.com/fvillar/principal/proyecto.html> [consulta: 05 mayo 2012 a las 14:25 horas].

ANEXO: EXTRACCIÓN DE IMÁGENES

Figura 1: <http://ml3584.mx.ofertopia.com/a/Esfera-De-Plasma-Bola-Electrica-Usb-Sensible-Al-Tacto-Musica-qja7i.html> [consulta: 31 diciembre 2011 a las 10:14 horas].

Figura 2: <http://www.cidepe.com.br/es/productos/fisica/radiometro-de-crookes> [consulta: 31 diciembre 2011 a las 10:18 horas].

Figura 3: <http://spanish.alibaba.com/product-gs/galileo-thermometer-with-new-tags-269826492.html> [consulta: 31 diciembre 2011 a las 10:20 horas].

Figura 4: creación propia.

Figura 5: <http://blogs.eldiariomontanes.es/scientia-mater/2009/06/18/la-fisica-detras-del-pajaro-bebedor/> [consulta: 31 diciembre 2011 a las 10:15 horas].

Figura 6: <http://ludoforum.com/la-caldera-de-mano-o-el-termometro-del-amor.html> [consulta: 31 diciembre 2011 a las 10:09 horas].

Figura 7: <http://daniel-devito.blogspot.com/2007/06/cuna-de-newton.html> [consulta: 31 diciembre 2011 a las 10:10 horas].

Figura 8:
http://www.ipimentel.com/ciencias_experimentales/pagwebciencias/pagweb/juquetes_optica.htm [consulta: 31 diciembre 2011 a las 10:12 horas].

Figura 9.1: <http://daniel-devito.blogspot.com/2007/06/cuna-de-newton.html> [consulta: 31 diciembre 2011 a las 10:10 horas].

Figura 9.2: http://www.quedecosas.com.mx/cuna_newton [consulta: 03 abril 2012 a las 12:40 horas].

Figura

9.3:<http://www.pixmac.es/imagen/bolas+de+equilibrio+de+la+cuna+de+nwton/000049183831> [consulta: 03 abril 2012 a las 12:30 horas].

Figura 10.1:<http://ludoforum.com/la-caldera-de-mano-o-el-termometro-del-amor.html>[consulta: 31 diciembre 2011 a las 10:09 horas].

Figura 10.2:<http://ludoforum.com/la-caldera-de-mano-o-el-termometro-del-amor.html>[consulta: 31 diciembre 2011 a las 10:09 horas].

Figura 11.1:<http://blogs.eldiariomontanes.es/scientia-mater/2009/06/18/la-fisica-detras-del-pajaro-bebedor/>[consulta: 31 diciembre 2011 a las 10:15 horas].

Figura 11.2: Creación propia.

Figura 11.3:<http://almadeherrero.blogspot.com/2007/11/patobebedor.html>
[consulta: 31 diciembre 2011 a las 12:33 horas].

Figura

12.1:http://www.jpimentel.com/ciencias_experimentales/pagwebciencias/pagweb/juquetes_optica.htm[consulta: 31 diciembre 2011 a las 10:12 horas].

Figura 12.2: <http://hologramavirtual.blogspot.com/> [consulta: 03 abril 2012 a las 13:12 horas].

Figura 12.3:<http://ludoforum.com/mirage-3d-generador-de-hologramas.html>
[consulta: 03 abril 2012 a las 13:12 horas].

Figura 12.4: http://wn.com/MIRAGE_3D_Hologram [consulta: 03 abril 2012 a las 13:15 horas].

Figura 12.5: <http://www.ubergizmo.com/2007/02/hologram-looks-like-the-real-thing/> [consulta: 03 abril 2012 a las 13:18 horas].

Figura 13.1: <http://www.solostocks.com/venta-productos/electronica/otros/mini-esfera-plasma-usb-6128111> [consulta: 03 abril 2012 a las 13:20 horas].

Figura 13.2: <http://www.profisica.cl/comofuncionan/como.php?id=39>[consulta: 31 diciembre 2011 a las 11:13 horas].

Figura 13.3:<http://www.profisica.cl/comofuncionan/como.php?id=39>[consulta: 31 diciembre 2011 a las 11:13 horas].

Figura 13.4:<http://www.profisica.cl/comofuncionan/como.php?id=39>[consulta: 31 diciembre 2011 a las 11:13 horas].

Figura 13.5:<http://www.profisica.cl/comofuncionan/como.php?id=39>[consulta: 31 diciembre 2011 a las 11:13 horas].

Figura 13.6:<http://www.profisica.cl/comofuncionan/como.php?id=39>[consulta: 31 diciembre 2011 a las 11:13 horas].

Figura 14.1:<http://www.youtube.com/watch?v=A3VtQ2QL01U> [consulta: 02 abril 2012 a las 12:04 horas].

Figura 14.2: Creación propia.

Figura 14.3: Creación propia.

Figura 14.4: Creación propia.

Figura 14.5: Creación propia.

Figura 15.1:<http://www.cidepe.com.br/es/productos/fisica/radiometro-de-crookes> [consulta: 31 diciembre 2011 a las 10:18 horas].

Figura 15.2:<http://www.cidepe.com.br/es/productos/fisica/radiometro-de-crookes> [consulta: 31 diciembre 2011 a las 10:18 horas].

Figura 15.3:<http://www.preparatoriaabierta.com.mx/metodos-de-investigacion-2/metodologia2-fasc3.php> [consulta: 03 abril 2012 a las 13:41 horas].

Figura 16.1:<http://es.dreamstime.com/foto-de-archivo-term-oacutemetro-galileo-image6714650> [consulta: 03 abril 2012 a las 13:31 horas].

Figura 16.2:<http://spanish.alibaba.com/product-gs/galileo-thermometer-with-new-tags-269826492.html>[consulta: 31 diciembre 2011 a las 10:20 horas].

Figura 16.3:http://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/jacarrer/Galileo.doc [consulta: 03 abril 2012 a las 14.15 horas].

Figura 16.4:<http://blog.educastur.es/bitacorafyq/2009/05/14/termometro-de-galileo/> [consulta: 03 abril 2012 a las 14:18 horas].