



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

El aprendizaje situado de la Física.
Secuencias didácticas y Reflexiones.

TESIS

QUE PARA OPTAR EL GRADO DE
MAESTRO EN DOCENCIA

PRESENTA:

OMAR ANTONIO RAMIREZ PAVON

Tutores Principales:

Dra. Beatriz Elizabeth Fuentes Madariaga

Facultad de Ciencias

Dra. Susana Orozco Segovia

Facultad de Ciencias

Dr. José Jesús Carlos Guzmán

Facultad de Psicología

Miembros del Comité Tutor:

Dra. Mirna Villavicencio Torres

Facultad de Ciencias

Dra. Ofelia Contreras Gutiérrez

F.E.S. Iztacala



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Índice general

1. Resumen	7
2. Introducción	8
3. Justificación	10
3.1. Fundamentación epistemológica	11
3.1.1. La epistemología en los currículos tradicionales	12
3.1.2. El problema de la silla	13
3.1.3. La ciencia ¿explica?	17
3.1.4. Características de los modelos	20
3.1.5. ¿Qué se propone?	23
3.2. Fundamentación didáctica	25
3.2.1. ¿Qué y cómo se evalúa en el modelo tradicional?	26
3.2.2. Principios del aprendizaje	27
3.2.3. La dimensión cognoscitiva	29
3.2.4. La dimensión afectiva	35
3.2.5. El constructivismo	40
3.2.6. El aprendizaje situado	44
3.3. Fundamentación ética - social	47
3.3.1. <i>Just do it</i>	49
3.3.2. El papel de la educación	50
3.3.3. El maestro como modelo	53
3.3.4. ¿Qué se propone?	56
4. Secuencias didácticas propuestas	58
4.1. Los mentos y el método científico	59
4.1.1. Justificación didáctica	59
4.1.2. Intención y resultados de aprendizaje	60
4.1.3. Secuencia didáctica sugerida.	61

4.1.4. Detalle de actividades.	62
4.2. Mi sopa está muy caliente, ¿qué hago?	64
4.2.1. Justificación didáctica	64
4.2.2. Intención y resultados de aprendizaje	65
4.2.3. Secuencia didáctica sugerida.	66
4.2.4. Detalle de actividades	67
4.3. Los pelos parados	69
4.3.1. Justificación didáctica	69
4.3.2. Intención y resultados de aprendizaje	70
4.3.3. Secuencia didáctica sugerida.	71
4.3.4. Detalle de actividades experimentales	72
4.4. ¿Por qué el cielo es azul?	73
4.4.1. Justificación didáctica	73
4.4.2. Intención y resultados de aprendizaje	74
4.4.3. Secuencia didáctica sugerida.	75
4.4.4. Detalle de actividades experimentales	76
5. Resultados	79
5.1. Metodología	79
5.2. Consideraciones iniciales	79
5.3. Los mentos y el método científico	81
5.3.1. Retroalimentación de los experimentos	81
5.3.2. Evaluación final. Resultados	87
5.4. Mi sopa está muy caliente, ¿qué hago?	95
5.4.1. Resultados de la Evaluación Inicial	95
5.4.2. Hoja de experimentos. Resultados	97
5.4.3. Evaluación diagnóstica. Resultados	107
5.4.4. Evaluación final. Resultados	118
5.5. Los pelos parados	123
5.5.1. Evaluación a	123
5.6. ¿Por qué el cielo es azul?	131
5.6.1. Evaluación inicial	131
5.6.2. Evaluación final	139
5.6.3. Reporte actividad leche	142
6. Conclusiones	144
6.1. Conclusiones de las secuencias didácticas	145
6.1.1. Los mentos y el método científico	145
6.1.2. Mi sopa está muy caliente, ¿qué hago?	146
6.1.3. Los pelos parados	147

6.1.4. ¿Por qué el cielo es azul?	147
6.2. En resumen	149
7. Anexos	151
7.1. Los mentos y el método científico	152
7.1.1. Planificación de experimentos	152
7.1.2. Retroalimentación de los experimentos	153
7.1.3. Evaluación final	154
7.2. Mi sopa está muy caliente, ¿‘Qué hago?’	155
7.2.1. Evaluación inicial	155
7.2.2. Hoja de experimentos	156
7.2.3. Evaluación diagnóstica	157
7.2.4. Evaluación final	158
7.3. Los pelos parados	159
7.3.1. Actividad 1	159
7.3.2. Actividad 2	160
7.3.3. Actividad 3	161
7.3.4. Actividad 4	162
7.3.5. Evaluación a	163
7.3.6. Evaluación b	164
7.4. El canal 5, la radiación solar y el arcoiris	165
7.4.1. Evaluación diagnóstica	165
7.4.2. Evaluación final	166

Índice de figuras

3.1. El concepto de medicina ha evolucionado mucho a través del tiempo.	15
3.2. El concepto de <i>unidad mínima e indivisible de materia</i> se ha modificado con el desarrollo de la teoría científica. Desde el átomo daltoniano indivisible, al modelo de neutrones, protones y electrones, hasta el contemporáneo de quarks.	19
3.3. Al igual que en una pintura, la ciencia es una representación aproximada de la realidad.	21
3.4. Si no se enfatiza la naturaleza representativa de los modelos, los estudiantes podrían llegar a pensar que los colores mostrados en la figura son los realmente presentes en los electrones y protones.	23
3.5. Estudiando con desesperación en los minutos previos al examen.	26
3.6. Como en un mapa, establecer una meta nos permitirá enfocarnos en dirigir nuestros esfuerzos hacia donde queremos ir.	31
3.7. Aprender es organizar la información.	33
3.8. En la película Matrix el conocimiento se transfiere a la mente por medio de una computadora en un par de segundos. Desafortunadamente, en la vida real el aprendizaje requiere una participación activa del estudiante.	36
3.9. Actitudes negativas por parte del profesor desembocarán en una inhibición de la participación del alumnado.	39
3.10. Los seres humanos han podido observar la presentación de ciertos patrones que le permiten conocer el mundo.	41
3.11. Proceso de construcción de conocimientos	43
3.12. El aprendizaje situado está enfocado al desarrollo del conocimiento en contextos prácticos.	46
3.13. Detroit antes y después del auge industrial (1941-2013)	47

3.14. El bachillerato es fundamental en la construcción del esquema de valores de los estudiantes.	54
3.15. Cada uno de nosotros podemos efectuar acciones encaminadas a luchar contra el injusto orden social presente en nuestros tiempos.	57
5.1. Factores de influencia en el experimento de mentas	82
5.2. ¿Cómo mejorarías tus procedimientos para formular correctamente la predicción?	85
5.3. ¿Qué factores influyen en el refresco?	86
5.4. ¿Qué sugieres para evitar ensuciar el área con refresco?	87
5.5. ¿Qué te gustó de las clases?	90
5.6. ¿Qué no te gustó de las clases?	91
5.7. ¿Qué aprendiste?	94
5.8. ¿Por qué se forma el rocío?	95
5.9. ¿Cuándo considero que la sopa está caliente?	97
5.10. ¿Por qué en ese punto y no antes o después?	100
5.11. Hipótesis inicial sobre la mejor manera de enfriar un líquido .	102
5.12. Después de los experimentos, ¿cuál fue la mejor manera de enfriar el líquido?	103
5.13. ¿Por qué es la mejor manera de enfriarlo?	106
5.14. ¿Por qué se seca la ropa en el tendedero?	107
5.15. Sí se seca la ropa porque...	108
5.16. No se seca la ropa porque...	109
5.17. ¿Qué tiene que pasar para que el agua se evapore?	111
5.18. ¿Cuál es el ciclo del agua?	113
5.19. ¿Por qué se evapora el agua de los océanos?	114
5.20. ¿Qué es la teoría cinética molecular?	116
5.21. Antes/Después del choque	118
5.22. Después del choque	119
5.23. ¿Para qué sirve sudar?	121
5.24. ¿Por qué los perros sacan su húmeda lengua cuando están acalorados o cuando corrieron mucho?	122
5.25. ¿Por qué te dan toques?	123
5.26. ¿Por qué si te frota un globo a la cabeza se pega a la pared? .	125
5.27. ¿Qué es la carga eléctrica?	127
5.28. ¿Cómo puedes cargar eléctricamente un objeto?	128
5.29. ¿Por qué piensas que tu cuerpo está cargado eléctricamente? .	130
5.30. ¿Podrías ver en todos los planetas?	131
5.31. Si podrías ver en todos los planetas porque...	132

5.32. No podrías ver en todos los planetas porque...	133
5.33. ¿Por qué el cielo es azul?	135
5.34. ¿Qué tipo de ondas electromagnéticas conoces?	137
5.35. ¿Por qué el espacio es negro?	139
5.36. ¿Qué tendría que suceder para que el cielo adquiriese una tonalidad rojiza?	141
5.37. ¿Qué sucede con la cantidad de luz que atraviesa la leche? . .	142
5.38. ¿Por qué sucede este fenómeno?	143

Resumen

El presente texto aborda los conflictos que prevalecen en torno a la pedagogía exclusivamente basada en la exposición docente. El modelo, con el que buena parte de las personas fuimos educados, fomenta el papel pasivo de los estudiantes y por tanto no explota sus capacidades de aprendizaje al ciento por ciento. Las carencias de este modelo se acentúan en la enseñanza de ciencias experimentales, siendo particularmente notorias en el caso de la Física.

Se propone una serie de secuencias didácticas que utilizan otros tipos de enseñanza, específicamente, el aprendizaje situado y el constructivismo. Los principios de aprendizaje de dichas teorías sumados a discusiones de corte epistemológico y ético son usados para plantear cuatro secuencias didácticas de temas torales de la Física.

Las lecciones fueron impartidas en el Colegio de Ciencias y Humanidades Plantel Sur en un grupo de sexto semestre. A partir de la práctica docente realizada se pudo notar que los estudiantes cuentan con una excelente base de conocimientos intuitivos acerca de los fenómenos físicos que les rodean y que son útiles para elaborar conceptos más complejos. Sin embargo, los temas deben presentarse de manera concisa, clara y creativa porque de lo contrario es muy sencillo perder la atención de los bachilleres. Se enfatiza la fundamental importancia de la creatividad en las lecciones para hacer las sesiones mucho más atractivas y digeribles para los alumnos.

PALABRAS CLAVE: Aprendizaje situado, cooperación, epistemología, constructivismo.

Capítulo 1

Introducción

Winners never quit and quitters never win.

Vince Lombardi

El modelo tradicional de enseñanza basado en la transmisión unilateral de contenidos y conocimientos muestra ciertas deficiencias inherentes al planteamiento del modelo mismo. Dichas carencias pueden abordarse desde dos distintas perspectivas:

- El modelo es poco efectivo para favorecer el aprendizaje.[10][22][25].¹
- Como reflejo de las estructuras de poder vigentes, domestica en vez de educar.

Por lo que el objetivo de este trabajo académico es presentar una serie de secuencias didácticas dirigidas a estudiantes del nivel medio superior que favorezcan su aprendizaje de la física, basada en actividades prácticas, a partir de las cuales los estudiantes sean capaces de construir su propio conocimiento. La propuesta didáctica no está basada en las premisas de la *transmisión de información*, sino en diversos elementos procedentes de teorías como el constructivismo, el trabajo colaborativo y el aprendizaje situado. Asimismo,

¹[10] Freire, P. (1974). *Pedagogia do Oprimido*. Brasil: Paz e Terra.

[22] Pozo, J. I. (1999). *Aprendices y Maestros: La nueva cultura del aprendizaje*. España: Alianza.

[25] Solé, I. & Coll, C. (1997). *El constructivismo en el aula*. España: Ed. Grao.

se desea incluir en el planteamiento nociones de epistemología útiles para mostrar al joven alumno la naturaleza del desarrollo de la ciencia humana, poniendo especial empeño en su perenne caracter transitorio.

De esta forma, se plantea el uso de un modelo integral que palee las problemáticas existentes en el aula de clases.

El contenido del texto es como sigue:

El Capítulo 2 presenta las diversas fuentes de información utilizadas como justificación del proyecto, así como los componentes teóricos en los que está basado el trabajo de tesis.

El Capítulo 3 incluye los planteamientos de las diferentes secuencias didácticas que se llevaron a cabo a lo largo del desarrollo de las sesiones de clase.

El Capítulo 4 muestra los resultados obtenidos en las distintas evaluaciones utilizadas en las sesiones, así como la discusión de los datos.

El Capítulo 5 habla sobre las conclusiones derivadas de los datos obtenidos a través de las evaluaciones.

Capítulo 2

Justificación

El presente capítulo tiene por objetivo establecer las bases teóricas sobre las que está fundamentada la tesis. Dicha fundamentación está dividida en tres aspectos imprescindibles que componen las áreas en las cuales se desarrollará el trabajo docente. Los tres factores son los siguientes:

- Aspecto epistemológico.
- Aspecto social.
- Aspecto didáctico.

Los factores citados se encuentran íntimamente interconectados tanto en los aspectos estrictamente relacionados con el aprendizaje de los contenidos curriculares como en aquellos derivados de la filosofía científica. Como se verá a lo largo del capítulo, las concepciones sobre el significado del conocimiento científico así como las creencias sobre sus procesos de construcción, tienen consecuencias directamente observables en diversas áreas de las mentes de los estudiantes, entre las que se encuentran aquellas relacionadas con las construcciones de marcos éticos y morales propios de los alumnos.

Asimismo, el papel que el docente juega es definitorio debido a su intrínseca posición de ejemplo frente a los estudiantes. De esta forma, las actitudes que el maestro muestra ante los contenidos curriculares, las situaciones de clase y los diversos elementos presentes en la práctica docente cotidiana, son fundamentales y como tales deben ser observados y reflexionados por parte del profesor.

Estas y otras ideas complementarias se desarrollarán con profundidad en las secciones subsecuentes que componen el capítulo, como se presenta a continuación.

2.1. Fundamentación epistemológica

Introducción

La sección presente tiene como fin abordar ciertos temas relacionados con la epistemología a partir de algunos ejemplos, discusiones y datos. La importancia de la dimensión epistemológica de la formación radica en que el conocimiento científico no es algo imperecedero e inmodificable, como podrían parecer ciertos conceptos usualmente utilizados en la ciencia como *ley* (algo que siempre se cumple). En vez de ello, el desarrollo científico es un proceso histórico en el cual además de los factores académicos –de ciencia dura– influyen muchos otros entre los que se encuentran factores sociales, económicos, políticos y hasta religiosos.[16]¹

La presentación de un modelo de ciencia que toma en consideración la multifactoriedad citada tendrá como consecuencia una mejor comprensión de los procesos de construcción científicos, lo que implica una profunda transformación en las concepciones de los estudiantes. Desde el punto de vista didáctico, la observación de la ciencia como un proceso de investigación y obtención de información en vez de una colección de verdades *perenne*, proporcionará una valiosa herramienta para resolver cuestiones de su vida cotidiana.

Existe aún otro aspecto que resulta de interés en torno a la discusión epistemológica. La aceptación acrítica de las “*Verdades Científicas*” puede llegar a establecer en las mentes de los jóvenes una manera de procesar la información sin apenas cuestionarla, lo que tiene consecuencias en la más amplia gama de planos entre los que se encuentran el plano ético-político-social. Si un estudiante ha aprendido que aquello que dicen los científicos y los maestros –las autoridades– es siempre verdadero, incuestionable e inmodificable, será sumamente difícil que aborde críticamente su realidad y en consecuencia, que tome acciones para tratar de modificarla.

De esta manera, una formación que atienda la perspectiva epistemológica favorecerá el desarrollo de los estudiantes en maneras que para la educación transmisiva tradicional resultan imposibles.

¹[16] Kuhn, T. (1962). *The Structure of Scientific Revolutions*. En: International Encyclopedia of Unified Science. Vol. 2 núm. 2. EEUU: The University of Chicago Press.

2.1.1. La epistemología en los currículos tradicionales

Uno de los elementos que resultan de mayor importancia en el proceso de enseñanza-aprendizaje a cualquier nivel es el currículo o plan de estudios. La selección de los temas que formaran parte de un plan de estudios es una tarea que merece la mayor de las atenciones y de los esfuerzos por parte de los profesores y especialistas que los desarrollan.

A menudo la importancia capital de la tarea no es reconocida, por lo que los currículos planteados no son los más adecuados para la formación de los estudiantes. Para elaborar correctamente una planificación de este tipo es necesario establecer los objetivos de aprendizaje deseados en cada uno de los diversos niveles educativos. Si dichos resultados de aprendizaje no son claros y específicos, es de comprenderse que los currículos no resulten ser los óptimos.

El desconocimiento de las metas formativas puede producir currículos inadecuados en distintos sentidos. Con frecuencia, los profesores que se encuentran frente a grupo se encuentran abrumados por la inmensa cantidad de temas que deben de cubrirse en poco tiempo. De esta manera se vuelve difícil para los docentes abordar todos los asuntos con la profundidad deseada, e incluso, suele haber temáticas que no se revisan por la restricción temporal.[1] [2]²

El hecho de que el contenido temático sea tan vasto impide al docente hablar sobre otros temas relacionados indirectamente con la materia de su atención. Sin embargo, existen ciertas cuestiones que sin tener relación directa con la teoría científica, sus principios y sus procedimientos; son de suma importancia en una formación integral. Entre dichas temáticas paralelas se encuentran cuestiones de orden filosófico como la epistemología y la ontología, que suelen ser desdeñadas por los científicos por prejuicios y malinterpretaciones de todo tipo.

Es probable que parte de la animadversión hacia dichas temáticas se deba a la dificultad de la terminología filosófica utilizada. La epistemología es una parte de la filosofía cuyo objeto de estudio es el conocimiento. De esta manera, proporciona las bases teóricas para estudiar el desarrollo de las distintas teorías científicas, así como los procesos que llevan al establecimiento y a la obsolescencia de las mismas. Proporciona una mirada crítica hacia la

²[1] Avendaño-Castro, William R., Parada-Trujillo, Abad E.. (2013). *El currículo en la sociedad del conocimiento*. Educación y Educadores, Enero-Abril, 159-174. Colombia: Universidad de la Sabana.

[2] Brovelli, Marta. (2001). *Evaluación curricular*. Fundamentos en Humanidades, primera. Argentina: Universidad Nacional de San Luis.

ciencia, sus conceptos y sus relaciones, cuestionando la naturaleza misma de los principios y axiomas científicos.

La diversidad de los temas que son de incumbencia para la epistemología es muy vasta. No obstante, existen cuestiones que son especialmente interesantes para la formación científica. Comenzaré con una de ellas y esta a su vez servirá para guiar la posterior discusión.

2.1.2. El problema de la silla

Uno de los principales antecedentes filosóficos que resulta ventajoso analizar es el Positivismo Lógico. Para ayudar a comprender aquello que el positivismo sostiene es conveniente mencionar los principios que subyacen esta apreciación. Duschl [7]³ señala, entre otros:

- Es posible hallar un cierto tipo de lógica inductiva que proveería un criterio formal para la evaluación de las distintas teorías científicas.
- El desarrollo científico es progresivo y acumulativo.
- Los diversos marcos científicos son commensurables.
- Las teorías científicas pueden ser pensadas como un juego de enunciados escritos en un lenguaje formal.

El positivismo lógico aboga por la existencia única de una serie de postulados y de reglas lógicas que ayuden tanto a definir como a comparar las diversas teorías científicas. Dicha unicidad es fundamental para la corriente filosófica ya que de esta manera puede compararse objetivamente las teorías. Si existiera más de una manera de representar una sola teoría científica, la lógica inductiva –única– conduciría a diversos resultados correspondientes a las diferentes representaciones. Lo cual no tiene sentido.

Por tanto, el positivismo lógico es una corriente filosófica que sostiene la unicidad de las representaciones, desde las usadas para definir la lógica inductiva hasta las usadas para definir una teoría científica.

³[7] Duschl, R. y Grandy, R. (2007). *Teaching Scientific Inquiry*. EEUU: Sense Publishers.



*¿Es posible hallar una
representación única y
universalmente válida?*

Para ayudar a dilucidar la plausibilidad de las representaciones únicas pongamos un ejemplo. Imagine el lector una silla, yo haré lo mismo.

¿Ya?

El lector deberá ahora enlistar mentalmente las características de la silla imaginada. Los rasgos de la silla que yo imagine son los siguientes:

- Está hecha de madera color café rojizo.
- Hay un área cuadrada para sentarse.
- Hay un área rectangular para el respaldo.
- El respaldo forma un ángulo de 90 grados con respecto del asiento.

El lector habrá imaginado su propia silla. Las características de las sillas pueden ser muy variadas y el lector podrá haber imaginado una silla de montar, una silla de lámina plegable o una silla presidencial. Dentro de toda esa variedad, existen una serie de características comunes que hacen que cada uno de los objetos imaginados puedan considerarse una silla.

Para nuestro cerebro es necesario realizar este tipo de generalizaciones que nos ayudan a asignar características generales a un cierto grupo de elementos definiendo categorías. De acuerdo con Pozo [22]⁴: *Aprendemos a asociar los atributos de esos objetos o sucesos que tienden a ocurrir juntos con una mayor probabilidad y de modo más redundante, elaborando ciertas 'categorías naturales'*. De esta manera cuando pensamos en una silla, pensamos en las características que tienden a ocurrir juntas en una silla, como pueden ser: un asiento, un respaldo y las patas de la silla.

Por medio de este grupo de características podemos elaborar un concepto, la representación mental de un objeto físico. De esta misma forma construimos conceptos como silla, cebra, persona, chilango y mamacita.

⁴Pozo, J.I., *op cit.*

En un sentido semejante, conceptos como ciencia y método científico están sujetos a la misma variabilidad en las representaciones que la silla del ejemplo de arriba. Así, aquello que es considerado ciencia por los científicos actuales difiere sustancialmente de las concepciones de los estudiosos del siglo X o del siglo XV.



Figura 2.1: El concepto de medicina ha evolucionado mucho a través del tiempo.

Kuhn [16]⁵, al hablar sobre los objetos de estudio de las distintas disciplinas científicas, lo señala de esta forma:

...no hubo una comunidad de físicos antes de mediados del siglo XIX, y entonces fue formada por una amalgamación de partes de dos comunidades antes separadas: las matemáticas y la filosofía natural (physique expérimentale). Lo que hoy es materia para una sola extensa comunidad ha estado distribuido de varios modos, en el pasado, entre diversas comunidades.

De esta manera la ciencia, sus métodos y procedimientos son elementos que presentan un cambio constante a lo largo de la historia del conocimiento. Es así, que dichos conceptos son productos culturales e históricos, permanentemente cambiantes. Además, siendo un producto humano, no está exento de ciertos rasgos políticos, ideológicos y hasta económicos.

Por ejemplo. Es bien conocida la disputa que se verificó entre dos de los matemáticos más connotados de su tiempo por la adjudicación del mérito del descubrimiento del cálculo infinitesimal. De manera casi simultánea y en distintas locaciones geográficas, Gottfried Leibniz e Isaac Newton arribaron a sistemas de cálculo con características semejantes. La querrela tuvo como desenlace un informe publicado por la Royal Society (presidida en aquel momento por Sir Isaac Newton) titulado *Commercium Epistolicum Collinii et aliorum (Intercambio de cartas entre Collins y otros)*, en el que estaba consignado el trabajo aparente de indagación realizado por el comité (de

⁵Kuhn, T. *op cit.*

investigación) . . . mediante el cual sustentaban su “caso” contra Leibniz declarándolo culpable de plagio[19]⁶.

El documento no fue firmado por ninguna de las personas integrantes del comité e incluso hay sospechas de que fue redactado por el mismo Newton [19].⁷ De esta forma, el mérito por el desarrollo de tan importante herramienta matemática fue concedido al sabio inglés, desproveyendo a Leibniz de toda acreditación por su trabajo. Actualmente se acepta que ambos estudiosos alcanzaron paralelamente resultados similares y el mérito está dividido entre ambos matemáticos.

Este tipo de rivalidades suelen suceder con bastante frecuencia en los ámbitos científicos. Cuando un cierto grupo comparte una orientación teórica a lo largo de mucho tiempo, establece un compromiso hacia la misma perspectiva teórica. De esta manera, si otro grupo distinto posee una visión distinta, ambos grupos se encuentran en una involuntaria pugna. Estas diferencias producen asperezas que no desaparecen con facilidad y la historia de la ciencia está llena de ellas. En su texto clásico “El Origen de las Especies”, Charles Darwin [5] lo describe así⁸:

Aunque estoy plenamente convencido de la verdad de las opiniones expresadas en este volumen . . . , no espero convencer, de ninguna manera, a los naturalistas experimentados cuyas mentes están llenas de una multitud de hechos que, durante un transcurso muy grande de años, han visto desde un punto de vista directamente opuesto al mío . . . Pero miro con firmeza hacia el futuro, a los naturalistas nuevos y que están surgiendo, porque serán capaces de ver ambos lados de la cuestión con imparcialidad.

Análogamente al ejemplo de la silla, donde cada uno imagina su propia silla, cada grupo científico tendrá su propia versión de los hechos así como de los conceptos mismos de ciencia y método científico. Esta situación es así hasta que una de las teorías pruebe ser mejor que la otra, en cuyo caso la comunidad aceptará gradualmente la mejor teoría.

El proceso de aceptación suele ser difícil ya que no existe un criterio objetivo y único para comparar y evaluar las distintas teorías en competencia.

⁶[19] Matijasevic, E. (2010). *Leibniz y Newton: la inercia de la soberbia*. Acta Médica Colombiana, vol. 35, núm. 4, octubre-diciembre 2010, pp. 157-165. Colombia: Asociación Colombiana de Medicina Interna.

⁷*Ibid.*

⁸[5] Darwin, C. (2008). *On the origin of species*. EEUU: Chartwell Books.

De manera general podría decirse que la teoría ganadora es aquella que se ajusta de mejor manera a las pruebas experimentales. Y ni siquiera esta es razón suficiente, ya que los compromisos que cada grupo comparte son a menudo más fuertes que cualquier razón lógica. De acuerdo con Kuhn [16]:⁹ *Las conversiones se producirán poco a poco hasta cuando, después de que los últimos en oponer resistencia mueran.*

Típicamente se piensa que la ciencia es una tarea compleja, excesivamente formal y absolutamente alejada de la influencia de pasiones y emociones humanas. Sin embargo, los ejemplos citados ponen en evidencia que en el establecimiento de una cierta teoría o desarrollo científico influyen factores de orden acientífico que pueden llegar a ser más determinantes que aquellos estrictamente relacionados con la materia en discusión. Dichos elementos se encuentran tácitamente empotrados en la tarea científica, así como en cualquier otra área de la creación humana y como tal deben ser reconocidos. El reconocimiento de las situaciones mencionadas y de otras situaciones semejantes coadyuva a la formación de una imagen distinta de la ciencia, mucho más completa.

Para el estudiante de ciencias, el conocimiento de la complejidad de los procesos que desembocaron en el cuerpo teórico vigente, contribuye a desarrollar una visión más crítica y multilateral. El profesor debe fomentar discusiones que hagan reflexionar al alumnado proponiendo problemáticas donde puedan reconocerse situaciones análogas a las discutidas en la presente sección. La variedad de los temas de debate es vasta y entre otros se enlistan situaciones como la carencia casi absoluta de nombres femeninos en la historia científica, la prevalencia de los países más desarrollados en el desarrollo científico y varias más. Cada uno de los debates fomenta la aparición de un concepto de ciencia mucho más integral y apegado a la labor científica.

2.1.3. La ciencia ¿explica?

Existe aún otra cuestión de orden epistemológico cuya discusión es tan rica y reveladora que he decidido dedicarle la última parte de este capítulo. Esta, va dirigida a lo más profundo de la comprensión de los diferentes fenómenos analizados por la ciencia, cuestionando la naturaleza de las descripciones facilitadas por las teorías.

Para ayudar a la introducción del tema que ocupará esta sección es útil realizar un examen histórico a las diferentes teorías que han tenido por objeto el conocimiento de los componentes mínimos de la materia. A lo largo de

⁹Kuhn, T. *op cit.*

la historia del desarrollo científico se han sucedido una serie de hipótesis que han intentado describir las características y propiedades de las unidades mínimas y que han ayudado a comprender ciertos aspectos de la naturaleza, antes desconocidos.

El origen de la palabra átomo es la palabra griega $\alpha\tau\epsilon\mu\nu\omega$ que significa indivisible o sin porciones. La palabra comenzó a utilizarse para designar aquello que la teoría científica de la época consideraba la parte más pequeña de la materia, aquella que no podría dividirse más. En cierto sentido, la validez del uso de la palabra se mantiene ya que, de acuerdo con la teoría actual, un átomo es la parte más pequeña de materia que conserva las propiedades químicas y físicas que caracterizan a un elemento.

No obstante, el átomo no es tan indivisible como su nombre lo sugiere. La teoría atómica moderna señala que la materia está compuesta de átomos y estos a su vez se componen de tres tipos de partículas subatómicas: los electrones, los protones y los neutrones y éstos dos últimos están formados por la unión de tres quarks que les otorgan sus diferentes propiedades físicas.

Así, en este punto del conocimiento humano, los quarks son las unidades mínimas de materia que existen. De esta manera podemos afirmar -con el respaldo de la ciencia moderna- que todas las cosas que existen están hechas de quarks y leptones. Desde el cabello de mi perro hasta las rocas lunares.

Pero, ¿Se ha considerado siempre que la materia está hecha de quarks y leptones? ¿Siempre será así? ¿Cómo responderían a esta pregunta los diferentes hombres de ciencia que han estudiado el asunto a lo largo de la historia?

Típicamente se menciona que una de las primeras teorías atómicas en desarrollarse fue concebida por un grupo de filósofos de la Grecia Clásica. Empedocles creía que la materia estaba constituida por cuatro elementos básicos, el aire, la tierra, el fuego y el agua; a partir de los cuales se construían todos los objetos materiales del mundo.

Un par de colegas suyos, Demócrito y Leucipo sostuvieron que la materia estaba formada por pequeñas partículas indivisibles llamadas átomos, que componían todos los objetos del universo. La idea se sostuvo hasta finales del siglo XIX cuando J.J. Thomson descubrió un tipo de partículas subatómicas cargadas que llamó “corpúsculos”. De esta manera, descubrió el electrón y eliminó la sólida idea de que los átomos eran partículas que no podían seccionarse.

Posterior a este descubrimiento, otras partículas subatómicas fueron apareciendo, llenando el panorama de taquiones, mesones, bariones, leptones y otros ‘ones’. En 1964, Murray Gell-Mann y George Zweig propusieron un modelo teórico que predecía la existencia de quarks. Los diversos tipos de

quarks han sido observados por los físicos en varias pruebas experimentales, el último de ellos fue observado tan solo en 1995.

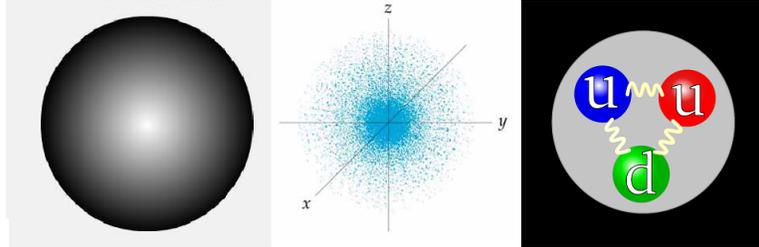


Figura 2.2: El concepto de *unidad mínima e indivisible de materia* se ha modificado con el desarrollo de la teoría científica. Desde el átomo daltoniano indivisible, al modelo de neutrones, protones y electrones, hasta el contemporáneo de quarks.

Como puede verse, la evolución de los conceptos científicos ha aumentado el grado de profundidad con que conocemos la materia. Los componentes mínimos, los $\alpha\tau\epsilon\mu\nu\omega$ griegos, han sufrido un cambio radical desde los orígenes de este concepto –unos 5 siglos antes de nuestra era– hasta la concepción científica contemporánea. El desarrollo del marco teórico actual ha dividido cada vez en mayor grado aquello que originalmente se suponía indivisible.

De esta manera, la pregunta acerca de las unidades mínimas ha tenido diferentes respuestas a lo largo del tiempo hasta llegar a los quarks. Ciertamente, la tecnología que poseemos en este momento permite construir equipos de prueba sumamente sofisticados que han ayudado a detectar partículas cuya observación requiere cada vez energías más altas.

Progresivamente, nuestra capacidad de observación irá mejorando hasta volver posible el estudio de partículas a energías cada vez mayores y a escalas cada vez más pequeñas. Así, pareciera que las partículas mínimas se irán sucediendo una tras otra, primero los electrones y protones, luego los quarks, luego las cuerdas y así sucesivamente.

Contándolo así, pareciera que las partículas están por ahí, esperando a que la tecnología mejore para producir su descubrimiento y habilitar el estudio de sus cualidades y propiedades físicas. Una visión así es semejante a una búsqueda del tesoro, en el sentido de que el desarrollo de mejores herramientas de búsqueda permitiría encontrar tesoros cada vez más profundos.

Sin embargo, esta visión conduce a una imagen inadecuada de los procesos de construcción del conocimiento científico. Las leyes, relaciones y ecuaciones que forman parte del marco teórico de un área de la ciencia son

formalizaciones de regularidades y relaciones causa-consecuencia observadas en el comportamiento de la naturaleza. El científico, al enfrentarse a los datos observados en cualquier proceso físico, se encuentra frente a la tarea de encontrar patrones que lleven a generalizaciones formalizables llamadas modelos.

Es importante recalcar que las generalizaciones son consecuencia de los datos y se producen desde la interacción del científico con la naturaleza. Todos los conceptos, relaciones y leyes que forman parte de la ciencia tienen el mismo origen, son creaciones humanas destinadas a facilitar el estudio de los fenómenos naturales, sus interacciones y propiedades.

Evidentemente, las entidades a las cuales los conceptos construidos hacen referencia son reales. Si esto no fuera así, no podría estar escribiendo en estos momentos en mi computadora. Sin embargo, *las construcciones teóricas no lo son* y con el tiempo podrían modificarse para aumentar la precisión de los resultados predichos[13]¹⁰:

Cuando el modelo explica satisfactoriamente los acontecimientos, tendemos a atribuirle a él y a los elementos y conceptos que lo integran, la calidad de realidad o de verdad absoluta. Pero podría haber otras maneras de construir un modelo de la misma situación física, empleando en cada una de ellas conceptos y elementos fundamentales diferentes. Si dos de estas teorías o modelos predicen con exactitud los mismos acontecimientos no podemos decir que uno sea más real que otro, y somos libres de utilizar el que nos resulte más conveniente.

Las generalizaciones poseen ciertas características intrínsecas que limitan o restringen su funcionalidad y que deben ser estudiadas para comprender correctamente a la ciencia y a sus resultados. La siguiente sección trata sobre ello.

2.1.4. Características de los modelos

Los modelos y teorías cuentan con varias características de acuerdo con Woody (*apud* Duschl, R.)¹¹:

- Son aproximados.
- Productivos o proyectables.

¹⁰[13] Hawking, S., Mlodinow, L. (2010). *El gran diseño*. España: Ed. Crítica.

¹¹Duschl, R. *op cit.*

- Composicionables.
- Representación visual.

Probablemente, la propiedad más importante de los modelos es su característica de aproximados. Esto quiere decir que los resultados entregados por cualquier teoría científica nunca son totalmente correspondientes con la realidad. A menudo es necesario idealizar las fenomenologías, restringiendo la cantidad de variables a considerar para evitar que el modelo resulte demasiado complicado e inmanejable matemáticamente. La mayor parte de las teorías científicas -desde la evolución de Darwin a la mecánica de Newton- proporcionan el mejor de los ajustes posibles a los datos de observación. La correspondencia existente entre el modelo y la realidad verificable empíricamente nunca es completa.



Figura 2.3: Al igual que en una pintura, la ciencia es una representación aproximada de la realidad.

Otra característica de importancia es la cualidad de productivos. Esto quiere decir que los modelos construidos pueden generar otros datos, nuevas relaciones y fenómenos inesperados. Por ejemplo, el modelo estándar de la física predecía la existencia de una partícula subatómica que tendría relación con la masa de la materia. Después de una serie de experimentos, realizados en el colisionador de partículas del CERN, el 4 de julio de 2012 se anunció la aparición de una partícula que correspondería a dicho bosón. Es probable

que la partícula observada no sea exactamente aquella que se suponía en el modelo estándar, pero de cualquier manera su estudio podría proporcionar grandes claves en el entendimiento de las cualidades de la materia.

La tercera característica propuesta por Woody tiene relación con un algoritmo que faculta al científico a analizar casos complejos a partir de casos sencillos. La física está llena de esos casos. Por ejemplo, si es necesario calcular la fuerza de atracción o repulsión eléctrica que una partícula cargada ejerce en otra a cierta distancia el procedimiento es inmediato. Si en vez de tener una partícula puntual cargada como la generadora del campo, tuviéramos un volumen tridimensional, se requiere calcular las contribuciones de cada una de las partículas puntuales individuales y sumarlas para obtener la fuerza resultante. Lo anterior se lleva a cabo con ayuda de herramientas como el cálculo integral.

El principio de generalización que subyace la descripción procedimental anterior es la aplicación recursiva de la ecuación que describe las fuerzas eléctricas para una partícula puntual. Todos los modelos científicos cuentan con algoritmos análogos y a esta característica se le conoce como composicionalidad.

El último de ellos es la representación visual, que puede ser un grupo de símbolos o figuras que facilitan la comprensión de los modelos. En esta categoría encontramos la famosa figura del átomo, que ha sido utilizada en miles de productos de la cultura popular, a pesar de que el diagrama corresponde a un modelo fuera de uso. Las líneas de campo, las superficies equipotenciales y los espectros de emisión son otros ejemplos de la física donde las visualizaciones favorecen la comprensión de los fenómenos.

Es conveniente que esta característica se encuentre al final de la revisión de esta sección porque apela a la misma problemática que se discutió en la sección anterior. Existe un riesgo en el uso de las representaciones visuales cuyas raíces se encuentran en las características intrínsecas de los modelos. Los modelos –como se discutió en la sección anterior– son representaciones inventadas referidas a objetos y procesos reales y lo mismo sucede con las visualizaciones. Por tanto, es importante remarcar que las visualizaciones no son iguales a la realidad y en vez de ello son herramientas cognitivas que facilitan la comprensión, son “modelos del modelo”.

Señalar la falta de correspondencia entre los modelos y la realidad es fundamental. Lo es porque casi ningún profesor de ciencias lo hace y ello abona a la mala imagen de *Verdad Absoluta* que tiene la ciencia. Los riesgos son muy significativos ya que podrían conducir a tergiversaciones de las estructuras teóricas planteadas por el profesor en el aula. Los alumnos podrían confundirse y llegar a conclusiones equivocadas como que los electrones tie-

nen un color azul, mientras que los protones son rojos. El ejemplo anterior podría parecer exagerado, pero no lo es y en vez de ello, es muestra de las confusiones existentes en los estudiantes.

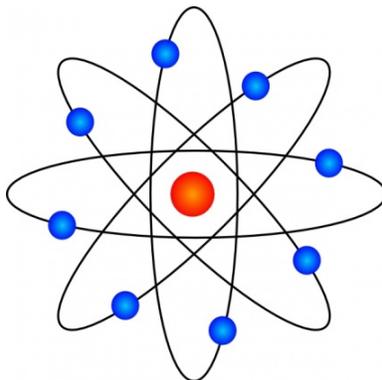


Figura 2.4: Si no se enfatiza la naturaleza representativa de los modelos, los estudiantes podrían llegar a pensar que los colores mostrados en la figura son los realmente presentes en los electrones y protones.

Todas las cuestiones enlistadas en los párrafos anteriores proporcionan la fundamentación teórica para proponer un modelo de docencia que apele a la resolución de las problemáticas planteadas. Su uso incidiría positivamente en una adecuada comprensión de los procesos científicos y de sus problemas paralelos.

2.1.5. ¿Qué se propone?

Las diversas secciones presentadas en este capítulo son muestra de la gama de problemáticas involucradas con el desconocimiento de los procesos de construcción del conocimiento. El desdén con que dichas temáticas han sido relegadas, sumado al desconocimiento por parte del profesorado así como la carencia de tiempo son factores que deben ser modificados si se desea fomentar una visión crítica de la ciencia y su historia.

El presente trabajo de tesis propone el uso de una pedagogía que considere los diversos factores epistemológicos comprendidos en la ciencia. Así, las secuencias didácticas se orientarán poniendo especial cuidado en el desarrollo de las siguientes ideas:

- La ciencia y los modelos construidos por los científicos han permitido entender los fenómenos naturales, hacer predicciones y desarrollar

conocimiento que al aplicarse genera el avance tecnológico con consecuencias positivas y negativas.

- Los modelos no son verdades absolutas y en cambio son variantes tanto histórica como culturalmente.

Una educación así podría tener varios beneficios. Quizás el más importante de todos ellos se encuentra en la formación de nuevos científicos ya que se fomentaría el progreso de los diversos conceptos involucrados a través de una tarea de continuo cuestionamiento a las teorías vigentes. Esta labor inquisitiva es la raíz misma de la ciencia y debería reconocerse como tal. Para el caso de los alumnos que no deseen involucrarse con las ciencias naturales, se promovería igualmente el desarrollo de un pensamiento crítico, favorable para la innovación en cualquier área del pensamiento humano.

La comprensión de la epistemología y de los procesos históricos que se encuentran detrás de las teorías científicas, así como la influencia de factores científicos como los señalados en los párrafos precedentes presenta aún otro beneficio. Sin alejarse de la perspectiva científica, incide mayormente en la sociedad misma.

La aparición de los conceptos científicos como verdades absolutas e incuestionables aunada a un modelo de docencia trasmisivo, entrena tácitamente a los estudiantes a aceptar modelos de autoridad totalitarios, igualmente incuestionables, lo que coadyuva a la permanencia del *status quo* de desigualdad, egoísmo e injusticia social que actualmente marca la pauta en las sociedades contemporáneas. Este punto será tratado con mayor profundidad en las páginas subsecuentes pertenecientes al capítulo de la Fundamentación Ética - Social.

2.2. Fundamentación didáctica

Introducción

En esta sección se hablará acerca de las bases didácticas teóricas relacionadas con el modelo de enseñanza propuesto. Desde el punto de vista didáctico es posible percibir que el modelo tradicional basado en exposiciones orales por parte del docente presenta una gran cantidad de deficiencias que repercuten negativamente en los aprendizajes de los estudiantes. En buena parte de las escuelas del país las lecciones se imparten por profesores que hablan frente a un grupo de estudiantes cuyo papel es sumamente pasivo y receptivo, lo que, como se indica en los párrafos siguientes, no favorece en absoluto la calidad de los aprendizajes de los estudiantes.

El modelo propuesto en este trabajo de tesis está enfocado a atender las problemáticas originadas por el papel pasivo de los alumnos, intentando consolidar un espacio de trabajo activo con contenidos aplicados a situaciones cotidianas en pos de abolir la esterilidad de los conceptos impartidos en las escuelas de México. De esta forma se propone un modelo relacionado con bases teóricas como el constructivismo, enfocado en teorías como el aprendizaje situado.

A continuación se desarrollan los puntos citados con una mayor profundidad.

2.2.1. ¿Qué y cómo se evalúa en el modelo tradicional?

En esta concepción una gran parte del peso de la evaluación reside en un examen. Al final de un ciclo de tiempo (1, 2, 6, 12 meses) se programa una fecha para realizar la evaluación del contenido del citado ciclo. Las evaluaciones generalmente son preguntas cuyo objetivo es verificar que tanto el alumno es capaz de repetir aquello que el profesor mencionó durante las clases del ciclo. Si el alumno repite la información con mayor fidelidad, entonces significa que aprendió más y por ende, es mejor evaluado.

De esta forma el papel del alumno ideal se reduce a una grabadora que el día del examen pueda transcribir la información almacenada en su memoria. Basta con que el estudiante pueda memorizar. Un método muy efectivo para ello es la repetición, hasta el cansancio. Los estudiantes lo saben y lo aplican.

En temporada de exámenes es común encontrar en los pasillos de las escuelas grupitos de jóvenes estudiando en los minutos previos a la aplicación de las evaluaciones. Unos a otros se hacen preguntas sobre la información del ciclo escolar, unos a unos se responden. El objetivo del grupo de estudio es que todos los integrantes del mismo puedan repetir exactamente las mismas ideas e incluso palabras. Así, se considera que se está listo para el examen.

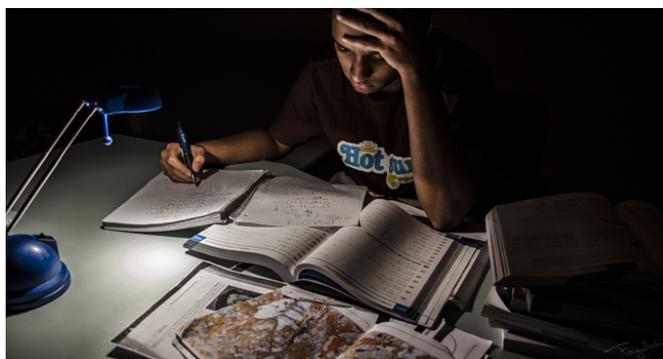


Figura 2.5: Estudiando con desesperación en los minutos previos al examen.

Y de hecho, para el tipo de evaluaciones que se llevan a cabo típicamente, el método descrito es bastante eficaz para obtener buenas notas. Para un alumno que no estudió nada, es sencillo unirse a uno de esos grupos y conseguir memorizar alguna información, a fuerza de repeticiones casi tipo mantra. Tan pronto termina el examen, todo aquello que el estudiante escribió felizmente en su prueba, es olvidado.

Así, la educación típica favorece el desarrollo de habilidades de memorización, de reproducción y de imitación. Desafortunadamente, los seres hu-

manos no contamos con memorias integradas donde podamos almacenar los datos memorizados, de modo que si estos no son utilizados con frecuencia, son olvidados. La memorización no proporciona las bases necesarias para una verdadera comprensión del tema, ni mucho menos para su aplicación o extensión a otros ámbitos. El conocimiento alcanzado a través de este método tiene una aplicación limitada y su uso se restringe a situaciones idénticas a aquellas existentes en el momento de la memorización.

Para ilustrar este concepto es necesario que el lector realice una regresión temporal hasta aquellos alegres tiempos en que cursaba la educación secundaria. Es sumamente probable que el lector, como muchos otros estudiantes, recuerde las preposiciones. Yo, las recuerdo: a, ante, bajo, cabe, con, contra, de, desde, . . . , etc. Sin embargo, si alguien me las pregunta en orden inverso, es decir, comenzando por “tras” y terminando en “a”, no tengo tanto éxito recordándolas. El lector que recuerde la lista de preposiciones, puede intentar recuperarlas en este orden inverso y constatar la dificultad existente en el acto (a menos de que el lector haya sido Campeón Internacional de Preposiciones de la Lengua Española, en cuyo caso, probablemente las recuerde bien).

Afortunadamente, los seres humanos contamos con otros tipos distintos de aprendizaje, mucho más eficaces para generar conocimientos útiles y extensibles a los más diversos ámbitos de aplicación. Los investigadores psicopedagógicos han estudiado por años las mejores maneras de las que la mente humana dispone para obtener conocimientos de este tipo [22][23]¹². En la sección subsecuente se realiza una somera descripción de los principios de aprendizaje obtenidos por la investigación psicopedagógica.

2.2.2. Principios del aprendizaje

Entre la población general existe la opinión de que la docencia es un asunto sencillo, relegada para aquellos profesionistas fracasados que no encontraron un sitio para desarrollarse profesionalmente. La formación docente es percibida como un asunto sin importancia y muchas veces los profesores desarrollan su labor sin ningún fundamento teórico, basados solamente en su experiencia. Los resultados de esta aproximación empírica no siempre son los mejores, por lo que se vuelve necesario un proceso de profesionalización de la planta de maestros de las instituciones.

Para aquellos profesores que juzgan que su práctica puede mejorarse, existen una gran cantidad de estudios referentes a los procesos de enseñanza

¹²Pozo, J.I. *op cit.*

[23] Pozo, J.I. (1989). Teorías cognitivas del aprendizaje. España: Ediciones Morata.

- aprendizaje que ayudan a comprender las complejas relaciones sostenidas en el salón de clases [6] [14]¹³. La investigación educativa ha permitido determinar la existencia de un grupo de factores que favorecen el aprendizaje, lo que facilita y guía la labor de los mentores frente a su clase. [9] [23] [15].¹⁴ Los diversos factores son de distintas naturalezas, pero de manera general pueden agruparse en dos grandes rubros [3] [22]¹⁵:

- Dimensión cognoscitiva.
- Dimensión afectiva.

Cada uno de los factores que forman parte de las dos dimensiones señaladas favorece en mayor o menor medida el aprendizaje. Si bien la dimensión cognoscitiva es la más conocida, no es por ello la más importante ya que es necesario conjuntar las componentes de ambas dimensiones para generar conocimientos significativos. Puede suceder que los estudiantes cuenten con los elementos y habilidades académicas necesarias para aprender, pero si dichas experiencias de estudio están cargadas de emociones negativas será poco probable que se produzcan los resultados óptimos. El factor emocional es decisivo.

A continuación se profundiza más en los principios de aprendizaje propios de la dimensión cognoscitiva.

¹³[6] Diaz Barriga, Ángel (2013). *Secuencias de Aprendizaje. ¿Un problema del enfoque de competencias o un reencuentro con perspectivas didácticas?* Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado, vol. 17, núm. 3. Septiembre-diciembre. España: Universidad de Granada.

[14] Hernández Rojas, Gerardo. (2006). *Enseñanza situada: Crear contextos de aprendizaje de alto nivel de situatividad*. Revista del Centro de Investigación. Universidad la Salle, vol. 7, núm. 25, enero-junio, pp 109-114. México: Universidad la Salle.

¹⁴[9] Font, Ribas, Antoni. *Líneas maestras del aprendizaje por problemas*. Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado [en línea] 2004, 18 : [Fecha de consulta: 8 de junio de 2015] Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=27418106>, ISSN 0213-8646.

Pozo, J.I. (1989) *op cit*.

[15] Kirsh, D. (2009). *Problem Solving and Situated Cognition*. In, Philip Robbins & M. Aydede (Eds.) (pp. 264-306) *The Cambridge Handbook of Situated Cognition*. Cambridge: Cambridge University Press.

¹⁵[3] Guzmán, Jesus Carlos. (2011). *La psicología educativa y la enseñanza centrada en el aprendizaje*. Psicogente, 14 (26): pp. 352-363. Diciembre, 2011. Colombia: Universidad Simón Bolívar.

2.2.3. La dimensión cognoscitiva

Dentro de la dimensión cognoscitiva se distinguen distintas clases de factores favorecedores para el aprendizaje:

- El aprendizaje se orienta hacia objetivos.
- Aprender es relacionar nueva información con conocimientos previos.
- Aprender es organizar la información.
- Aprender es adquirir un repertorio de estrategias cognitivas y metacognitivas.
- El aprendizaje se da en etapas pero no es lineal.

El aprendizaje está orientado a metas

No es poco frecuente notar que entre los estudiantes y en general, entre la gente común, existe la idea generalizada de que la física es una materia “difícil”. Si le pregunto a mi madre que sabe acerca de esta ciencia, ella seguramente me dirá que no sabe nada, que a ella las matemáticas nunca se le facilitaron y que la física es algo para “los científicos” que son muy inteligentes y además usan una batita blanca. Imaginaré los pelos alborotados de Einstein, la bomba atómica y no mucho más.

En una ocasión iba hablando con mi padre en el auto y la curiosidad me llevo a preguntarle: ¿A ti te gusta la física? Mi papá, al igual que yo, es ingeniero y por tanto la física es una materia obligatoria y necesaria para el entendimiento del funcionamiento de todos los dispositivos eléctricos y electrónicos. La respuesta que mi padre dio a esta pregunta fue una de las razones importantes que me llevaron a interesarme en desarrollar la presente tesis. Mi papá respondió: ¿No, cuando iba a la escuela la física era una materia a la que yo no le veía relación alguna con nada, no se usa en la vida real. Es bonita, pero no tiene relación con la vida real?.

Según la Real Academia Española, la física es una ciencia que estudia las propiedades de la materia y la energía (<http://lema.rae.es/drae/?val=fisica>), es decir todo aquello contenido en el Universo. Siguiendo esta idea, en cierta manera la física estudia las propiedades de todo. De esta forma, me sorprendió la respuesta de mi padre. ¿Cómo es posible que exista la creencia generalizada de que la física no tiene relación con nada, siendo precisamente lo contrario?

Poco después, reflexionando en mi propio caso, me di cuenta de que si bien yo conozco que es la física, me es difícil establecer las conexiones necesarias

de las ecuaciones y modelos matemáticos con la cotidianeidad. La razón de esto no es que la física sea difícil y que solo la entiendan los sabios. Cualquiera que haya intentado leer textos filosóficos o de teoría política estaría mintiendo si dijera que es más sencillo leer a Marx que a Newton. La razón principal de la tirria hacia la ciencia no es lo complejo de los conceptos involucrados, ni de las leyes físicas que modelan los distintos fenómenos sino que, en vez de ello, la responsabilidad recae en parte importante de los casos en la forma en que el docente presenta los temas.

Esta condición es más marcada en las ciencias exactas, en la física, que suele enseñarse a través de ecuaciones y procedimientos algorítmicos que poco tienen que ver con los procesos físicos involucrados. El profesor pasa las clases llenando pizarrón tras pizarrón de ecuaciones que a los ojos de los estudiantes resultan en el mejor de los casos aburridísimas. Los estudiantes, por su parte, pasan la secundaria, la preparatoria y la universidad realizando ejercicios de física repetitivos o cerrados (Se tienen dos cargas puntuales de 4 nC y 5 nC separadas por una distancia de 3 cm, ¿Cuál será la fuerza de repulsión eléctrica de la primera sobre la segunda?). Si el profesor corre con mucha, mucha suerte, al final del curso, los alumnos recordarán que en dichos problemas se debe aplicar la ley de Coulomb, sustituir los valores dados en el problema para al final obtener un número que debe coincidir con el resultado del libro.

Pocas veces el docente tiene tanta suerte, de modo que al final del curso, la mayor parte de los estudiantes terminan considerando a la física como una materia ininteligible y aburrida. Sin significado alguno. Lo que es peor: opinan que esta ciencia no tiene nada que ver con la vida diaria.

Esta pérdida de sentido del conocimiento científico no solo limita su utilidad o aplicabilidad por parte de los alumnos, sino también su interés y por consiguiente su aprendizaje. Bajo la óptica de mi padre (y de tantos otros): ¿Cuál es el objetivo de estudiar algo que no tiene ninguna relación con la vida diaria? ¿Qué espero obtener de una materia que a mis ojos no tiene ni pies ni cabeza?

La respuesta es simple: No tiene sentido tratar de memorizar una serie de pasos que ayudan a determinar una cantidad abstracta y alejada de la realidad, “que no sirve para nada”. Esta es la razón por la cual resulta tan complicado a los estudiantes el proceso de aprendizaje de la ciencia física.

El plantearse metas específicas ayuda a orientar los esfuerzos de los estudiantes, ya que de esta manera ellos ponen énfasis en aquello que es más importante para ayudar a resolver el problema u objetivo concreto planteado inicialmente. Para favorecer el aprendizaje, el profesor debe encauzar sus esfuerzos en ayudar a los alumnos a construir sus propios objetivos de

aprendizaje. Objetivos que deben de provenir de los estudiantes, nunca deben de ser establecidos por el docente ya que los intereses y anhelos de ambos elementos no son los mismos.



Figura 2.6: Como en un mapa, establecer una meta nos permitirá enfocarnos en dirigir nuestros esfuerzos hacia donde queremos ir.

Lo aprendido se basa en lo adquirido previamente

Los alumnos y en general todos los seres vivos conocen muchos efectos físicos de manera empírica y probablemente natural. Pondré un ejemplo. Imaginemos que tenemos un borreguito al borde de un acantilado. Es obvio que el borrego no puede calcular la velocidad con la que caerá en el piso si decide hacer un salto hacia abajo (cuyo cálculo es sencillo a partir de una “fórmula”, conociendo la velocidad inicial y la altura del acantilado). Sin embargo, resulta obvio también que el borrego no saltará al vacío (a menos de que esté muy deprimido). Empíricamente, por la continua interacción que tienen los seres vivos con su entorno, se sabe que si uno cae de un barranco, lo más probable es que se lastime muy severamente o que pierda la vida. Para ello no fue necesario calcular la energía con que se golpearía el piso para después determinar si dicha energía es suficiente para romper nuestros huesos: es un conocimiento práctico que se adquiere en la cotidianeidad.

Así, cuando un alumno dice que no sabe nada de física, está mintiendo parcialmente. Todo ser vivo cuenta con un conjunto de conocimientos y aprendizajes producidos por la diaria interacción con el mundo que nos rodea y sus leyes físicas. A este conjunto de datos y deducciones sobre una materia en particular se le llama conocimiento intuitivo. El problema con las clases de física radica en establecer los puentes necesarios entre los pizarrones llenos

de números y fórmulas -información nueva- y los efectos visibles producidos en la realidad -información conocida.

Una de las maneras en las que es posible establecer dichos vínculos es por medio del laboratorio de física. En él se pueden apreciar de manera tangible y visible los efectos descritos por los modelos matemáticos diseñados por los físicos teóricos. Sin embargo, es frecuente que los laboratorios solo sean utilizados para realizar demostraciones de fenómenos controlados, anulando así la posibilidad de experimentación por parte de alumno. Una correcta experimentación, que sitúe al alumno en situaciones de conflicto cognitivo y lo permita notar las relaciones de causa y efecto involucradas en el fenómeno descrito será la única manera de producir un aprendizaje significativo [18] [4].¹⁶

Aprender es relacionar

En el sistema educativo clásico las distintas materias están organizadas en módulos separados unos de otros. Hay una clase de Física y una de Química y otra de Matemáticas. Hay una clase de Historia, otra de Geografía y otra de Economía. No se toma en cuenta que la Historia no podría existir sin conceptos geográficos como el de “País” ni sin conceptos de economía como el de “Sistema de Producción”. Asimismo los átomos que forman los compuestos químicos están enlazados por medio de fuerzas eléctricas y nucleares que pueden ser calculadas mediante modelos matemáticos.

Así, se omite el aspecto interdisciplinario que es inherente a la ciencia. Las consecuencias de dicha separación son que los contenidos de las materias parecen ser independientes unos de otros, mientras que en la realidad están profundamente relacionados. De hecho, entre más relaciones se encuentren entre los contenidos de las diversas ciencias, es posible aprehender mejor la información.

Comprender las interrelaciones existentes entre la información ayuda a visualizar las aplicaciones del conocimiento de una manera clara y ordenada. Las estructuras de conocimiento se amplían aumentando el bagaje de conocimientos previos del que disponen los estudiantes. La nueva información así agregada adquiere sentido, lo que tiene evita en gran medida el olvido

¹⁶[18] López Rua, Ana Milena, Tamayo Alzate, Óscar Eugenio. (2012). *Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales*. Revista Latinoamericana de Estudios Educativos, Enero-Junio, 145-166. Colombia.

[4] Crisafulli Trimarchi, Francisco Antonio, Villalba, Helie. (2013). *Laboratorios para la enseñanza de las ciencias naturales en la educación media general*. Educere, Septiembre-Diciembre, 475-485. Argentina: Educere.

de la misma.



Figura 2.7: Aprender es organizar la información.

Aprender a aprender

Hace unos 60 años, el acceso a la información era difícil y muchas veces el profesor enseñaba con un solo libro de texto que contenía La Verdad. Los alumnos debían aceptarla porque con frecuencia el libro utilizado por el docente, era prácticamente el único que estaba disponible en el mercado. El contexto social era muy distinto al actual mundo globalizado. Ahora, lo que sobra es información.

Considerando las características de la sociedad actual, tratar de enseñar con La Verdad es muy poco eficaz. En estos momentos, es necesario que los alumnos aprendan habilidades de búsqueda, selección e interpretación de la ingente cantidad de conocimiento disponible en las redes. Y en el futuro, cuando las redes de información se desarrollen aún más, dichas habilidades serán fundamentales. Según Robles [24]¹⁷ una educación que responda a las necesidades actuales deberá estar fundamentada en los siguientes puntos:

- Ofrecer un conjunto de conocimientos básicos, que permita incorporar nueva información mediante el discernimiento de la que es pertinente y válida dentro de la que está disponible en abundancia. Buscar

¹⁷[24] Robles, J. (2001). *Un modelo de docencia para el bachillerato*. En: Bazán, J., García, T. (Ed.) Educación Media Superior. Aportes (pp. 209-225). México: Dirección General del Colegio de Ciencias y Humanidades.

información supone conocimientos previos que permitan orientar esa búsqueda.

- Desarrollar las habilidades para obtener información, siempre en correspondencia con el campo en el que se está trabajando.
- Desarrollar la capacidad para interpretar la información obtenida, relacionándola con el contexto propio.

Probablemente en el futuro sea posible la inserción de memorias de computadora dentro del cerebro humano. Por medio de dichos avances tecnológicos, la humanidad tendría inmediata disponibilidad de una gran cantidad de información que no podría ser olvidada, al estar almacenada en memorias electrónicas. Hoy en día, ¡oh desilusión!, los seres humanos olvidamos todo aquello que no es continuamente recordado. Es por ello, que más que memorizar información, se debe dotar de habilidades que permitan la obtención y utilización de la misma. La vertiginosa velocidad con la que se actualiza el conocimiento humano lo exige.

El aprendizaje se da en etapas pero no es lineal

Este punto puede resumirse muy bien en la siguiente frase: “Un libro de texto NO puede ser leído igual que como se lee un cuento”. Cuando uno se encuentra leyendo una obra literaria como un cuento o una novela, regularmente esta debe ser leída comenzando por el inicio y terminando con el final. Si uno comienza leyendo el primer capítulo y después salta al final, es muy probable que el interés en la lectura se vea disminuido al conocer el desenlace de la historia.

En los libros de texto la información suele organizarse de manera que al principio del escrito se presenta la información básica que es más fácil de comprender dejando para el final los temas más complejos que son aplicaciones de la información básica. A diferencia de la lectura de novelas, comenzar por el final puede llegar a ser deseable. El revisar las aplicaciones ayuda a visualizar la utilidad de los temas básicos, enfocando la atención del estudiante en aquello que resulta necesario para la comprensión de los temas más complejos.

Así, mientras la lectura de los libros de cuentos es lineal, de inicio a fin, en el estudio de los libros de texto el proceso no es lineal. Durante el estudio será necesario hacer pausas para realizar autoevaluaciones que ayuden a determinar si se está entendiendo correctamente. En caso contrario, se vuelve importante regresar y volver a leer. Este proceso de detenerse,

avanzar, retroceder es el más adecuado para alcanzar la comprensión de un tema.

Una vez que se han revisado los factores cognoscitivos relevantes para la aparición de aprendizajes eficaces, se procede a describir brevemente aquellos relacionados con las emociones humanas, presentes en toda situación.

2.2.4. La dimensión afectiva

La dimensión emocional está influenciada de distintas maneras por diferentes factores:

- Aprender es resultado del esfuerzo.
- La motivación es causa y efecto del aprendizaje.
- El aprendizaje es estimulado y favorecido por una atmósfera de respeto y apoyo.
- Las emociones favorecen o entorpecen el aprendizaje.

Aprender es resultado del esfuerzo

Cuando Sean Connery interpretó al espía más famoso del mundo en los años sesenta, una de las más grandes novedades que presentaba su automóvil era un teléfono portátil. En cualquier momento, sus superiores podrían hablarle para darle instrucciones, lo cual era sumamente novedoso. Incluso en alguna película, donde los escritores decidieron ser más audaces, se podían hacer videollamadas desde el avanzadísimo aparato de ingeniería que era el vehículo del 007.

Actualmente, cualquiera puede tener un teléfono portátil. Los precios, inicialmente muy altos, han disminuido al punto de hacerse disponibles para buena parte de la población mundial. Muchos de estos teléfonos están conectados a internet con lo que las videollamadas se han vuelto posibles.

En una de las mejores escenas de la película *The Matrix*, los protagonistas deben entrar a un edificio fuertemente resguardado para rescatar a su mentor. Después de 10 minutos de balazos y patadas voladoras, llegan al techo del edificio donde deciden usar un helicóptero para terminar el rescate. Desafortunadamente Trinity —la heroína— no sabe cómo volar un helicóptero. Afortunadamente, en la *Matrix* las reglas de aprendizaje son distintas a las del mundo real. Uno no tiene que practicar hasta el cansancio. Basta con llamar a tu amigo y decir: “Necesito un programa para pilotear un helicóptero B-212.” Mientras transcurre el par de segundos que tarda en cargarse el

programa en la mente de Trinity, ella parpadea rápidamente. Cuando la carga termina, le dice al héroe Neo: “Vámonos”. Ahora sabe cómo volar un helicóptero.

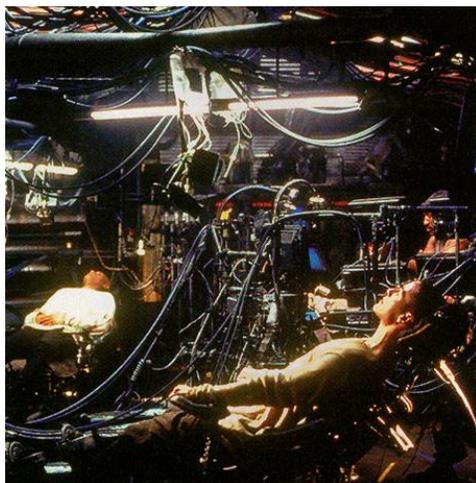


Figura 2.8: En la película Matrix el conocimiento se transfiere a la mente por medio de una computadora en un par de segundos. Desafortunadamente, en la vida real el aprendizaje requiere una participación activa del estudiante.

Es probable que en el futuro este tipo de tecnologías sean accesibles a la humanidad, lo que podría llegar a significar una importante socialización del conocimiento con sus consecuentes efectos en las sociedades humanas. Sería sumamente útil poder aprender habilidades en un abrir y cerrar de ojos. Sin embargo, para nuestra mala suerte, actualmente ese tipo de sistemas están lejos de estar disponibles. En este momento de la historia, los humanos sólo aprenden si toman un papel activo frente al conocimiento. El aprendizaje es un proceso que requiere una gran cantidad de esfuerzo, determinación y perseverancia.

Cualquier docente que lea este texto podrá afirmar con seguridad que los estudiantes asumen papeles generalmente pasivos en las clases. Se escucharán afirmaciones como estas: “No quieren estudiar”, “Los estudiantes, cuando se enfrentan a problemas, preguntan: ¿Qué tenemos que hacer?”, “Los estudiantes esperan que se les dé todo, digerido”.

El problema de la motivación de los estudiantes es uno de los más recurrentes dolores de cabeza entre los maestros. Lo que lleva al siguiente principio del aprendizaje.

La motivación es causa y efecto del aprendizaje

La falta de motivación que muestran los alumnos es algo que preocupa a todos los maestros del mundo que ven a sus discentes cada vez menos interesados en la clase y más interesados en Facebook. No puede existir aprendizaje si no existe antes la motivación hacia el aprendizaje [22]¹⁸.

Si todo lo que busca el alumno en la ciencia es el aprobar la materia, una vez que lo haya logrado olvidará cómodamente lo aprendido. La verdadera motivación por la ciencia es descubrir el interés, el valor, que tiene acercarse al mundo, indagando sobre su estructura y naturaleza, descubrir el interés de hacerse preguntas y buscar las propias respuestas.

Existe una creencia que afirma que “En la escuela no se aprende nada, lo verdaderamente útil lo aprendes trabajando”. La frase entre comillas es reflejo de lo distantes que aparecen los contenidos académicos ante los estudiantes. Aquello que el profesor expone con tanto ahínco en los salones de clases, no se vuelve relevante para los alumnos ya que no tiene ninguna relación con los problemas con los que se enfrentan en un empleo.

Si los contenidos escolares estuvieran enfocados a la solución de los problemas que los estudiantes necesitan, estos se verían mucho más motivados. Ellos solos encontrarían el sentido y utilidad de aquello que se estudia en la escuela y para los profesores se volvería menos frustrante su labor frente a los grupos.

Cualquiera que intente recordar cuales eran sus preocupaciones de adolescente, muy probablemente no encontraría entre ellas el conocer la ecuación matemática que modela el campo magnético de una espira de corriente i que se encuentra en el vacío. En ese momento de la vida, uno se encuentra mayormente preocupado por lucir bien y cosas de ese estilo. He aquí que la tarea del docente sea precisamente encontrar la manera en que pueda relacionar los contenidos escolares con temáticas de interés para los jóvenes. Esta no es de ninguna manera tarea sencilla, pero si se consigue crear motivación entre los alumnos, los resultados serán sumamente gratos para los docentes.

¹⁸Pozo, J.I. *op cit.*

El aprendizaje es estimulado y favorecido por una atmósfera de respeto y apoyo

Los seres humanos podemos comunicar nuestras ideas mediante complejos sistemas de símbolos, sonidos y reglas, conocidos como lenguaje. Somos los únicos animales capaces de elaborar tan sofisticados esquemas. Los demás animales no “hablan” y sin embargo, se comunican unos con otros a través de ciertas convenciones de conducta. Los humanos también contamos con dichas convenciones mediante las cuales comunicamos otro tipo de ideas.

Por ejemplo, supongamos que tu novia te invita a conocer a sus papás. Ese día te encontrabas —por mera casualidad— dentro de un bar con unos amigos y para el momento de la cita con los papás de tu parejita, estás completamente borracho. ¿Crees que eso les agrada a los padres de tu chica? ¿Qué crees que piensen acerca de ti? ¿Qué les estas comunicando?

Seguramente en cuanto el padre te mire, sus ojos cambiarán súbitamente de expresión pasando de una amistosa bienvenida a una furiosa mirada desaprobatória. Si estabas pensando en casarte ten por seguro que no será cosa fácil convencer a los padres de entregarte su mayor tesoro?. La madre va a pensar que eres un borracho, irresponsable, que probablemente seas violento, mujeriego, patán? nada bueno.

Y tú ni siquiera has abierto la boca para presentarte. Distes esa pésima impresión sin necesidad de decir absolutamente nada. A este tipo de comunicación, no verbal, se le llama paralenguaje.

En el salón de clase es poco probable que un buen día el profesor llegue borrachísimo y que los alumnos piensen de él lo peor. Sin embargo, el paralenguaje está presente en todo momento de comunicación humana y es fundamental para inhibirla o favorecerla. Muchas veces, este tipo de expresión sucede de manera inconsciente, en cierta manera “delata” nuestros verdaderos pensamientos e intenciones. Las diversas actitudes que tome el profesor hacia los alumnos son fundamentales en el proceso de enseñanza aprendizaje y por ello deben ser objeto de un continuo análisis y reflexión para asegurarse que se está comunicando aquello que resulta más adecuado para el aprendizaje.

Actitudes de desdén y de falta de interés hacia lo que dicen los alumnos son comunicadas a través de gestos corporales como la orientación del cuerpo, la expresión del rostro y la mirada. Si ante una pregunta del alumno, el profesor hace una mueca de desagrado o mira hacia otro lado, es muy probable que el discente se cohiba y deje de participar.

Por otra parte, un ambiente cordial, de respeto, comprensión, apoyo y humildad por parte de todos los elementos involucrados en el proceso edu-



Figura 2.9: Actitudes negativas por parte del profesor desembocarán en una inhibición de la participación del alumnado.

cativo, favorecerá la comunicación y con ello el aprendizaje de los alumnos.

Las emociones favorecen o entorpecen el aprendizaje

Se presenta al docente otra buena ocasión para reflexionar sobre su práctica. Si para los alumnos el sólo hecho de entrar a la clase de física hace que los parpados les pesen como por un súbito efecto de hipnosis, los aprendizajes que se pudieran llegar a obtener de la clase se verán mermados. Así mismo, la participación de los alumnos llegará a un punto mínimo lo que volverá muy difícil la labor del profesor.

Tomando en cuenta que el papel acostumbrado de los alumnos en las clases de física es sentarse a mirar al pizarrón mientras el docente lo rellena de ecuaciones difícilísimas, es de esperarse que la “hipnosis” se presente en parte considerable del salón de clases.

Imaginemos ahora que en vez de este sopor, la clase de física produce en los alumnos una alegría incommensurable. En esta fantasía, los estudiantes entran con muchísimas ganas a los salones de clase después de haber esperado con ansías a que el profesor llegara. Tan pronto el profesor abre la puerta, los estudiantes se precipitan hacia dentro del aula abalanzándose sobre los lugares de enfrente, incluso exclamando gritos de: “¡YUPI!” Durante la clase, todos alzan la mano cuando algo se les pregunta y mueren de ganas de participar. Cuando la hora de clase concluye, los estudiantes no se quieren ir porque desean seguirla pasando súper bien y echando hurras por las Leyes de Newton. Las ávidas y atentas miradas de los estudiantes durante la clase y las horas que estos pasarían en casa estudiando generarían el máximo

aprendizaje posible.

La clase descrita en el párrafo anterior es una exageración algo descabellada, pero permite observar la diferencia existente entre los efectos producidos por emociones negativas y aquellos producidos por emociones positivas. Para favorecer el aprendizaje, el profesor debe procurar despertar y mantener una emocionalidad positiva en el alumnado. Se debe procurar que las experiencias de aprendizaje sean vistas como algo agradable y no en cambio, como una madeja de ecuaciones de pesadilla.

Todos los principios de aprendizaje enumerados, así como algunos otros, han sido tomados en consideración para la elaboración de teorías de aprendizaje que ayuden a los profesores a realizar su difícil labor cotidiana. Una de ellas, quizás la más conocida por encontrarse actualmente en boga, es la teoría constructivista de la que se hablará en la siguiente sección.

2.2.5. El constructivismo

Para iniciar la discusión de esta sección es necesario volver al ejemplo del borreguito y el acantilado. Los borregos no saben nada acerca de ecuaciones matemáticas, ni de las leyes de Newton, ni de la gravedad y a pesar de ello, conocen que caer de un acantilado es un hecho que no es deseable. De todos los animales que uno pueda imaginarse, no existe uno solo que no sepa que las caídas aparatosas son algo que debe evitarse. En cierto sentido, los animales poseen un conocimiento de las leyes físicas que rigen este planeta. Conocen que hay un arriba y un abajo y que saltar al vacío será algo desagradable.

Las personas comunes y corrientes también saben que caer al vacío es algo sumamente negativo. En el mismo sentido -a pesar de que no sean eminencias en física- los pasajeros del metro saben que si el tren frena de golpe será necesario sostenerse de algún tubo o echar el cuerpo hacia atrás para evitar caerse. Sabemos que si uno mete el dedo en el contacto eléctrico, muy probablemente se lleve una desagradable y peligrosa sorpresa.

Este conocimiento no fue estudiado en ninguna parte y en cambio, se desarrolló a través de las continuas interacciones que los individuos sostienen con el medio ambiente. Todos estos datos fueron obtenidos intuitivamente a partir de nuestras experiencias cotidianas a lo largo de nuestra vida. No fue necesario que nadie nos los enseñara, así como nadie se los enseñó a las cabras y a los borregos saltarines. Nosotros, así como los demás animales, hemos observado que hay patrones que se cumplen en el comportamiento natural de los objetos y a partir de ello, hemos podido detectar regularidades que nos permiten conocer el mundo.

A este tipo de conocimiento se le conoce como ‘conocimiento intuitivo’ y



Figura 2.10: Los seres humanos han podido observar la presentación de ciertos patrones que le permiten conocer el mundo.

es esencial para nuestra supervivencia en el planeta. Cuando nos enfrentamos a una nueva situación, dichos conocimientos son útiles para tratar de explicar las relaciones causa-consecuencia que tendrán nuestros actos. Si los conocimientos previos no prueban ser eficaces en la explicación de los problemas, podemos experimentar y conocer las consecuencias de primera mano. Si posteriormente, volvemos a toparnos con la misma situación, ya sabremos que hacer ya que los resultados de la primera experiencia son recordados y agregados al grupo de conocimientos que ya poseíamos.

La preexistencia de esta serie de conocimientos es la base sobre la cual se erige la concepción constructivista del aprendizaje. Para el constructivismo, los conocimientos previos son fundamentales, ya que a partir de ellos podemos construir los nuevos conocimientos y así aumentar nuestra disponibilidad de información. Cuando nos enfrentamos a una situación que no entra dentro de nuestros esquemas conocidos, es necesario reevaluar las relaciones que la información posee dentro de nuestras estructuras mentales para poder agregar la nueva información a los esquemas preexistentes.

De esta manera, el papel que el alumno debe jugar en el proceso es “activo porque está continuamente organizando y reorganizando sus esquemas asimiladores” [11]¹⁹. Así, para la visión constructivista, es necesario que exista una motivación y una predisposición hacia el aprendizaje por parte del estudiante. No es posible acceder al conocimiento si no se empeña una gran

¹⁹[11] García, T. (2001). *La calidad en la educación media superior*. En: En: Bazán, J. & García, T. (Ed.), *Educación Media Superior. Aportes* (pp. 61-87). México: Dirección General del Colegio de Ciencias y Humanidades.

cantidad de esfuerzo consciente.

El alumno, al enfrentarse con una nueva información, debe preguntarse a sí mismo cual es la relación que dicha información sostiene con aquello previamente conocido. Debe tratar de encontrar por sí mismo el sentido de lo nuevo, en consonancia con lo viejo. Se trata de elaborar significados propios, no de ‘absorber’ aquellos significados propuestos por el profesor. De esta forma, el estudiante realiza una construcción de su propio conocimiento [25]²⁰:

... aprendemos cuando somos capaces de elaborar una representación personal sobre un objeto de la realidad o contenido que pretendemos aprender? no se trata de una aproximación vacía, sino desde las experiencias, intereses y conocimientos previos

El hecho de que la apropiación de la información para producir conocimiento sea un proceso de construcción personal y propia de cada persona no implica que cada uno de nosotros desarrolle su propia física o su propia química. La física y la química, así como cualquier otra ciencia, son conocimientos ya establecidos y no tendría sentido alguno intentar realizar construcciones independientes de ellas. En este sentido, “se construye algo que ya existe” [25]²¹.

Si bien desde este punto de vista el papel central del proceso de aprendizaje lo ocupa el estudiante, el profesor tiene un papel fundamental. El maestro debe guiar a los estudiantes para que estos alcancen a desarrollar concepciones adecuadas con los conocimientos aceptados científicamente.

La figura 3.11 ilustra el proceso que los estudiantes siguen al enfrentarse con una nueva información desde la visión constructivista.

Cuando las concepciones previas no tienen éxito en la explicación de algún fenómeno, se produce un conflicto cognitivo al verificarse una diferencia entre lo esperado teóricamente y lo obtenido empíricamente. El conflicto puede ser empírico o teórico y para resolverlo el estudiante debe de encontrar en que estiban las diferencias entre lo esperado y lo obtenido. De esta manera, puede encontrar su propio sentido a las situaciones y abstraer las regularidades que le permitan apropiarse del nuevo conocimiento a través de la generalización y la resolución de problemas abiertos.

El constructivismo es una manera de pensar la docencia basada en los principios de aprendizaje que han logrado estudiarse a través de la investigación educativa. Proporciona una manera mucho más eficaz de aprender

²⁰Solé, I. *op cit.*

²¹*Ibid.*

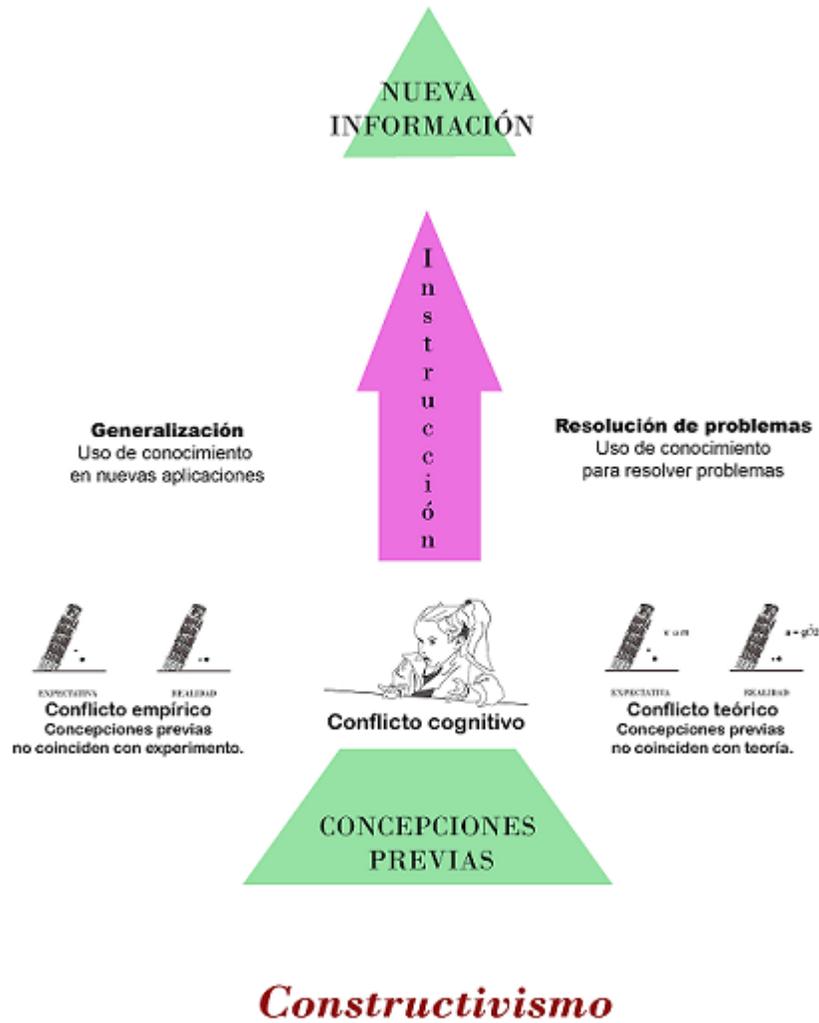


Figura 2.11: Proceso de construcción de conocimientos

que aquellas relacionadas con la concepción trasmisiva tradicional. A modo de síntesis, Pozo [22]²² enlista las características que debe de tener la educación constructivista:

²²Pozo, J.I. *op cit.*

- Basarse más en la solución de problemas o tareas abiertas que en cumplimentar ejercicios cerrados.
- Inducir al aprendiz a concebir el aprendizaje como un proceso de hacerse preguntas más que de encontrar respuestas ya acabadas, elaboradas por otros.
- Fomentar la activación y la toma de conciencia de sus propios conocimientos y la regulación de los propios procesos cognitivos en el aprendizaje.
- Centrar el aprendizaje en los propios aprendices, de forma que lo perciban como una tarea autónoma de la que deben hacerse responsables, que debe tener como meta principal aprender y profundizar en su propio conocimiento y no sólo servir como vehículo para otras recompensas.
- Evaluar el aprendizaje de forma divergente, fomentando la diversidad de resultados, en lugar de buscar un rendimiento convergente, homogéneo y uniforme para todos los aprendices.
- Diseñar el aprendizaje como una tarea de cooperación social dentro de una comunidad de saber, en vez de como señala irónicamente Carretero (1993), concebirlo siempre como un *vicio solitario*.

2.2.6. El aprendizaje situado

En una perspectiva paralela a aquella del constructivismo y utilizando algunos de sus conceptos más importantes, se ha desarrollado una corriente pedagógica enfocada a reducir la esterilidad de los contenidos escolares y lograr establecer una conexión verdadera entre la teoría y la práctica. Esta corriente es llamada *Aprendizaje Situado* y como su nombre lo indica está basada en el principio del desarrollo de los conocimientos esperados tomando como base y entorno el contexto real en que los alumnos viven.

El modelo está basado en las siguientes premisas, tal y como lo explica Lazo [17]²³:

1. *Los conocimientos previos, concebidos como el “bagaje” cultural individual que favorece la comprensión de problemas*

²³[17] Lazo, Rosa María; Zachary, Monique (2001). *El método “Aprendizaje por problemas” (Problem based learning) aplicado a la enseñanza de la traducción?* [en línea] : [Fecha de consulta: 3 de junio de 2015] Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=134518177017>, ISSN 0717-1285.

nuevos. A este respecto, es importante escoger un nivel adecuado de complejidad para cada problema planteado a los estudiantes: si el problema es demasiado fácil, no será percibido como tal por ellos; si es demasiado complejo, puede desincentivarlos.

2. *La situación de aprendizaje. La mejor actividad de aprendizaje es la que más se asemeja a la vida profesional, puesto que el tener que solucionar problemas semejantes a los que se presentan en la vida profesional favorece la transferencia y la asimilación de conocimientos.*
3. *El procesamiento de las ideas y el desarrollo del trabajo. Las diferentes actividades requeridas para resolver un problema APP (discusiones, lecturas, resúmenes, toma de notas, etc.) favorecen la asimilación de la información. Mientras mayor es la capacidad de hablar de lo que se está aprendiendo, más reiterativa se vuelve la información y más fácilmente penetra la memoria a largo plazo, puesto que requiere un procesamiento por parte del alumno.*

Es en este sentido que se introduce la teoría del aprendizaje situado, ya que permite establecer un vínculo entre la escuela y la vida diaria de los alumnos. De esta manera, se pretende llegar a alcanzar un desarrollo verdaderamente inspirado en el método científico, llevando a los estudiantes a inquirirse a sí mismos acerca de las razones y procesos involucrados en el desarrollo de sus propias teorías científicas.

Asimismo pone especial énfasis en la necesidad de un contexto social en la práctica de la enseñanza aprendizaje. Dicho contexto es insoslayable y está involucrado sin duda alguna en cualquier proceso humano y más especialmente en el plano educativo. De esta manera, se desea alejar el conocimiento científico de las aulas donde suele aparecer como una serie de datos que *deben* aprenderse por sí mismos sin mayor utilidad, y acercarlo a los ámbitos de aplicación práctica.

Desde el punto de vista meramente educativo-pedagógico la perspectiva que ofrece el aprendizaje situado ofrece varias ventajas importantes que hacen que su uso sea sumamente rico en la práctica docente. De acuerdo con Font [9]²⁴:

Toda situación didáctica, toda pregunta sobre el qué, por qué, el cómo, qué razones; es decir, toda pregunta que lleve al individuo

²⁴[9] Font, Ribas Antoni *op cit.*



Figura 2.12: El aprendizaje situado está enfocado al desarrollo del conocimiento en contextos prácticos.

a preguntarse algo sobre cualquier elemento del quehacer diario, es susceptible de convertirse en una secuencia didáctica, o sea, la serie de pasos que le permitan al sujeto aprender y aprehender de la, y en la, realidad que le es inmediata, aprovechando sus capacidades individuales, sus fortalezas y potenciando sus debilidades, solo así será capaz de desplegar sus competencias.

Es debido a las razones arriba enlistadas que se utilizará el modelo de aprendizaje situado como el principal eje sobre el cual girará la fundamentación didáctica del presente trabajo. Un modelo de docencia basado en las sencillas premisas enlistadas en la sección presente de *Fundamentación didáctica*, probará ser más eficaz en el aprendizaje de los alumnos para regocijo de los estudiantes y de los maestros.

2.3. Fundamentación ética - social

Introducción

La presente sección tiene por objetivo abordar una pequeña parte del espectro de problemáticas sociales con las que debemos coexistir diariamente. En un contexto que a cada momento se torna más difícil para la población mundial, nos enfrentamos a problemas inéditos como la falta de empleo bien remunerado, la creciente desigualdad en la posesión de las riquezas, la sobrepoblación y el agotamiento de recursos naturales. El progreso científico y tecnológico, que en otros tiempos mostraba perspectivas sumamente alentadoras, ha demostrado su incapacidad para palear las malas condiciones de vida en que se encuentra la mayor parte de la gente.

El desarrollo de nuestro sistema de producción, prometedor en los inicios de la producción en masa, ha sido ineficaz para procurar el bienestar del común y solo ha enriquecido a un pequeño grupo oligárquico. Resulta paradójico notar que en lugares donde existía una boyante prosperidad industrial y económica como en Europa y los Estados Unidos, ahora se verifican fenómenos de crisis económica y social. Un ejemplo paradigmático puede citarse en Detroit, pilar del automovilismo estadounidense y cuna de la producción en línea fordista, que se ha vuelto un terreno áspero y frío con muy altas tasas de criminalidad y marginación frente al traslado de las manufactureras a Asia.



Figura 2.13: Detroit antes y después del auge industrial (1941-2013)

Por su parte, las fábricas asiáticas son bien conocidas por las malas condiciones laborales en las que se encuentran sus millones de empleados, hacinados en barracas infrahumanas con turnos de trabajo esclavizantes y sueldos miserables. De esta manera, los salarios que antes eran pagados a obreros en países desarrollados y que les procuraban una vida más o menos holgada, se han convertido en sueldos paupérrimos con el consiguiente deterioro en las condiciones de vida de los trabajadores.

Ante esta serie de inusitadas condiciones presentes en la actualidad, las perspectivas para el futuro de las generaciones venideras se complican enormemente. Es previsible que ante dichas situaciones, la cadena de injusticias sociales se deteriore más y más cada vez, con los subsecuentes problemas éticos que dicha desigualdad implica.

Las acciones que llevarían a modificar esta desafortunada situación suelen pensarse como responsabilidad exclusiva de la clase gobernante. Y si bien, esto es verdad en gran medida, resultaría ingenuo pensar en una reversión del orden social imperante por parte de las clases favorecidas por el mismo.

Así, aunque la frase aparezca sumamente trillada, el cambio está en las masas. Y será únicamente a través de las decisiones diarias de las mismas que se podrá llegar a balancear el orden tan desigual que prevalece actualmente. En este sentido, el aspecto relacionado con la moral inherente a toda acción humana adquiere una importancia inconmensurable.

De esta manera, una educación en valores que fomente la toma de decisiones ponderadas por parte de la población se convierte en una cuestión fundamental. El autor, así como muchos otros tantos docentes, reconoce dicha fundamentalidad y explora la posibilidad de llevar a cabo una práctica docente con la educación crítica y moral como uno de los pilares formativos.

2.3.1. *Just do it*

El neoliberalismo económico, política económica que rige los destinos de buena parte de los países del mundo actual, tiene como principal premisa el abandono de los papeles del *Estado de Bienestar*, dejando todo en manos del Mercado. Según esta teoría, la iniciativa privada corregiría los vicios del estado como la burocracia inoperante que obstaculiza el crecimiento económico.

Los principios de esta teoría son enlistados por lo que se denomina *El Consenso de Washington*:

El Neoliberalismo económico[12]²⁵.

Los principios rectores del consenso de Washington

- Reducir la intervención del estado en la economía y la sociedad.
- Utilizar la tasa de cambio para controlar la inflación y promover la sobrevaluación de las monedas.
- Liberalización financiera, con miras a dar máxima movilidad a los capitales externos y promover la inversión extranjera.
- Liberalización comercial, para abrir los mercados a la producción internacional.
- Privatización de las empresas del sector público.
- La flexibilización laboral y el desmoronamiento del Estado de bienestar.

Idealmente las políticas neoliberales tienen como objetivo fomentar el crecimiento económico igualitario para los países participantes. Al menos eso es lo que afirman sus promotores. Sin embargo, en la práctica la situación está lejos de ser ideal. Grandes corporaciones mundiales dominan los mercados eliminando toda posibilidad de competencia, gracias a su gran poder económico. De esta forma se produce una gran concentración de la riqueza con el consecuente cierre de empresas pequeñas que compiten en desventaja.

²⁵[12] Gutiérrez, E. (2011). *Economía: ¿Dónde estamos, Hacia dónde vamos?* En Gutiérrez, E. (Ed.) *Cambiar México con Participación Social* (pp. 80-115). México: Siglo XXI.

2.3.2. El papel de la educación

Las políticas neoliberales han logrado establecer un régimen que poco a poco se revela insostenible. Como se mencionó al inicio, el modelo de producción actual ha ocasionado fenómenos particularmente notorios, como la sistemática desindustrialización de países desarrollados originalmente promotores del libre mercado. Pareciera que el sistema se está rebelando contra sus propios creadores. Es muy difícil competir con los costos de producción generados por turnos laborales de 16 horas diarias y 6 días a la semana ofrecidos por la manufactura asiática.

De esta manera, nuestro país no es el único afectado con las políticas de producción contemporáneas. La reducción de la desigualdad mundial, la distribución equitativa de la riqueza y la justa retribución del trabajo, se establecen entonces como retos a los que toda la humanidad debe enfrentarse actualmente.

Una de las respuestas se encuentra en la educación: “. . . existe un acuerdo casi unánime acerca de la necesidad de educar moralmente a la actual y a la próxima generación . . . ” [8]²⁶. A través de la educación se brinda a los ciudadanos herramientas que les ayudarán a *defenderse* mejor en el contexto actual tan competido y cruel. Sin embargo, el aspecto más importante de la educación está implícito en la formación misma. ¿Cuál es el papel que está teniendo la educación? ¿Está funcionando como un medio de producir ciudadanos críticos o ciudadanos dóciles? ¿Se enseñan valores en las escuelas o se programan profesionistas robotizados que cumplan con lo que se les pide?

Para responder estas preguntas se vuelve necesario realizar una descripción de las características del modelo educativo tradicional. La premisa principal del modelo es que el maestro sabe todo y el alumno no sabe nada. El profesor habla mientras los alumnos escuchan dócilmente y anotan en sus cuadernos lo que el docente explica.

El profesor, de esta manera, está colocado por encima de los alumnos. Él es la autoridad y no obedecerla puede repercutir en la obtención de malas notas. Incluso sigue habiendo escuelas donde el profesor imparte su clase sobre una pasarela localizada por encima del nivel de los alumnos.

El modelo contiene en sí mismo una alta carga simbólica al absolutizar las características de los participantes en el proceso: el profesor sabe, el

²⁶[8] Elorrieta-Grimalt, María Paz. *Análisis crítico de la educación moral según Lawrence Kohlberg*. Educación y Educadores [en línea] 2012, 15 (Septiembre-Diciembre): [Fecha de consulta: 27 de mayo de 2015] Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83428627009>, ISSN 0123-1294.

alumno no y por tanto es dependiente del primero. Existe una dicotomía entre ambos, uno es el opuesto del otro. El modelo, también llamado bancario es un modelo autoritario, sin capacidad de diálogo entre el docente y el alumno. Freire[10]²⁷ enlista las características que tiene esta dicotomía:

En la concepción bancaria que estamos criticando, para la cual la educación es el acto de depositar, de transferir, de transmitir valores y conocimientos? al reflejar la sociedad opresora, siendo una dimensión de la “cultura del silencio”, la educación bancaria mantiene y estimula la contradicción (entre educando y educador). De ahí que ocurra en ella que:

- *El educador es siempre quien educa; el educando él que es educado.*
- *El educador es quien sabe; los educandos quienes no saben.*
- *El educador es quien piensa, el sujeto del proceso; los educandos son los objetos pensados.*
- *El educador es quien habla; los educandos quienes escuchan dócilmente.*
- *El educador es quien disciplina; los educandos los disciplinados.*
- *El educador es quien opta y prescribe su opción; los educandos quienes siguen la prescripción.*
- *El educador es quien actúa; los educandos son aquellos que tienen la ilusión de que actúan, en la actuación del educador.*
- *El educador es quien escoge el contenido programático; los educandos, a quienes jamás se escucha, se acomodan a él.*
- *El educador identifica la autoridad del saber con su autoridad funcional, la que opone antagónicamente a la libertad de los educandos. Son éstos quienes deben adaptarse a las determinaciones de aquél.*
- *Finalmente, el educador es el sujeto del proceso; los educandos, meros objetos.*

Todas estas características tan bellamente enumeradas por Freire se traducen en una serie de aprendizajes implícitos cuyas consecuencias derivan

²⁷Freire, P. *op cit.*

en un ambiente agresivo y de cruenta y hostil competencia en los salones de clase.

En torno a este punto, es posible afirmar que algunos alumnos se esfuerzan más que otros. Sin embargo, la competencia a ultranza impulsada por algunos profesores -consciente o inconscientemente- lejos de ser beneficiosa para fomentar el mejoramiento de los alumnos, produce tensiones y enojos entre los participantes de la clase. Se tergiversa el sentido de ser más y mejor que los demás y se elimina toda posibilidad de comunidad, de grupo. Es mi derecho contra el de todos los demás.

Esta ideología egoísta anula la idea de cooperación, produciendo un individualismo que puede observarse en todos los ámbitos de la sociedad mexicana desde el típico futbolista “estrella” que nunca pasa el balón a sus compañeros hasta las peleas entre vecinos. Esta división de las comunidades resulta en una mezquindad tremenda entre los connacionales. El clásico chiste de los cangrejitos mexicanos.

Paulo Freire en su *Pedagogía del Oprimido*[10] ²⁸ dice:

Una vez instaurada una situación de violencia, de opresión, ella genera toda una forma de ser y de comportarse de los que se encuentran envueltos en ella. En los opresores y los oprimidos. Es unos y otros, ya que, concretamente empapados en esta situación, reflejan la opresión que los marca.

Es así que el sistema de violencia y exclusión propiciado en la escuela y al que los niños se encuentran inmersos desde muy temprana edad, marca y educa las mentes en esa misma violencia.

No es posible ofrecer una fórmula para alcanzar el cambio social que busque el beneficio de la población en general. La cantidad de factores involucrados es tan vasta y sus relaciones son tan complejas que intentarlo sería irresponsable. Sin embargo, la importancia que la educación juega en estos procesos debe reconocerse[24] ²⁹:

La transformación de nuestra forma de vida precisa una educación diferente, que forme hombres y mujeres capaces de sentir vivamente los problemas de nuestro pueblo y nuestro tiempo, de entenderlos en sus causas y en las complejas relaciones que tengan con el entorno y de comprometerse con los procesos requeridos para solucionarlos.

²⁸Freire, P. *op cit.*

²⁹Robles, J. *op cit.*

De esta manera, el sistema educativo en su conjunto debe ofrecer una manera distinta de percibir la realidad. Se debe buscar fomentar “... una exhortación al género humano para que se haga cargo de su propio destino y conjure las circunstancias aciagas que han conducido a cada individuo a someterse a la tiranía de sus semejantes.”[20]³⁰

El profesor, en diálogo con las problemáticas y preocupaciones de los alumnos, juega un papel toral en la construcción de los marcos éticos con los que los alumnos llevarán a cabo su labor profesional.

2.3.3. El maestro como modelo

Los currículos de buena parte de las instituciones educativas a menudo resultan ser demasiado ambiciosos en la cantidad de temas que se abarcan por unidad. Los maestros se encuentran abrumados por la gran cantidad de problemáticas y discusiones que deben de tratar en la restringida cantidad de tiempo disponible.

Ante esta situación, parecería imposible hallar el tiempo para hablar de temas relacionados con la ética y los valores implícitos en la labor profesional. Frente a la premura del tiempo, a los profesores les resta enfocar su atención en desarrollar el contenido propio de su materia, tratando de no obviar ninguna información importante.

No obstante, la educación moral no debe pasarse por alto como desafortunadamente sucede actualmente[21]³¹:

Curiosamente, no es precisamente la ética y su enseñanza sistemática un elemento que destaque prácticamente en ningún pensum de estudios formales. ¿Es intencional esta omisión de la enseñanza de la ética como disciplina inherente a la esencia del hombre? ¿Acaso no se plantea la enseñanza de la ética en grado más abultado por simple ignorancia? ¿Es por deprecio hacia una disciplina considerada banal? ¿O es que estamos en presencia de un problema de extrema gravedad, donde los que diseñan los programas de estudio ni siquiera la tienen presente en sus cabezas?

³⁰[20] Moscoso Pérez , Melania. (2004). *Educación moral como pedagogía del sentido: una reivindicación del juicio reflexionante en la ética*. Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (México) [en línea], XXXIV (2º trimestre): [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2015] Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=27034203>, ISSN 0185-1284.

³¹[21] Pérez Lo Presti, Alirio. *Educación, ética y contemporaneidad*. Educere [en línea] 2006, 10 (enero-marzo) : [Fecha de consulta: 28 de mayo de 2015] Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=35603212>, ISSN 1316-4910.

El orden mundial tan desigual e injusto exige de aquella elite que tiene acceso a la educación, su compromiso con las causas justas. De lo contrario, se estarán produciendo profesionistas yuppies sin mayor objetivo que el lucro a toda costa.

No importa si se habla de un despojo minero, de la manipulación mediática o de la represión masiva de manifestantes. En todas y cada una de esas situaciones existió un grupo de personas que tomaron esas decisiones inescrupulosas a pesar de conocer las consecuencias negativas que sus actos desatarían para algún grupo de la población.

Cuando los estudiantes comiencen a desarrollarse laboralmente sus áreas de injerencia serán tan variadas como sus carreras. Es posible que uno de nuestros alumnos sea el Presidente del mañana y si es así, sería mejor que tuviese una formación en valores que buscara el beneficio de la mayoría. De cualquier manera, la ética es parte fundamental en todas y cada una de las decisiones que tomamos día con día y favorece la buena convivencia entre semejantes.

En el bachillerato los alumnos se encuentran en una edad donde se ven por primera vez expuestos a sistemas de valores distintos a aquellos de sus padres. Es en esta etapa de la vida donde los jóvenes se forman sus propios esquemas valorativos y sus propias personalidades. Precisamente por esta razón es fundamental modificar el tipo de educación impartida a los jóvenes, de modo que estos, al reflexionar sobre sus propias condiciones y contextos logren obtener las respuestas que consideren más convenientes y apropiadas para los problemas que aquejan a la sociedad mexicana.



Figura 2.14: El bachillerato es fundamental en la construcción del esquema de valores de los estudiantes.

El papel que el profesor juega en el proceso de aprendizaje de valores es sumamente importante. El maestro se posiciona como un modelo de comportamiento adulto, por lo que el reconocimiento de esta característica se vuelve un requisito. Las acciones, la manera de referirse a los alumnos, la manera de hablar y hasta la vestimenta, son continuamente observadas por los alumnos. De acuerdo con Robles [24]³²: “Quien entra en contacto con otro, se acerca a sus ideas, su experiencia, su visión del mundo y sus valores”.

De esta manera, todas las acciones que el docente lleve a cabo en el aula influirán de manera consciente o inconsciente en el posterior comportamiento de sus estudiantes. Por ello, es importante ser responsable con el tipo de actitudes mostradas frente a los contenidos que se desarrollan. Es necesario evaluar cuidadosamente cada una de las actitudes mostradas frente al grupo, a través de una labor de continua autocritica y cuestionamiento [22]³³:

... es especialmente importante que los profesores tomen conciencia y hagan explícitas no solo de las actitudes que desean en sus alumnos sino también las que, muchas veces de forma inconsciente, ellos manifiestan a través de sus conductas.

La condición de modelo que goza el profesor le exige una permanente muestra de valores morales que ayuden a los estudiantes a formar sus propios juicios. La práctica docente deberá modificarse para considerar los tácitos aspectos actitudinales que el maestro desea inculcar a sus estudiantes.

El establecimiento de lazos de empatía entre los estudiantes y su maestro es fundamental para el desarrollo de los aprendizajes morales de los discentes. Es necesario que exista una identificación entre los involucrados en el proceso que promueva la adquisición de valores éticos a través del diálogo simétrico.

El diálogo es necesario ya que no se trata de que se verifique una transferencia de la moral del docente hacia los estudiantes. El simbolismo presente en esta muestra de autoritarismo iría completamente en contra de los fines de liberación deseados y fortalecería la visión impositiva de la realidad. En las aulas es importante resaltar las aportaciones de los estudiantes de modo que estos se perciban como participantes en el proceso de construcción de su propio esquema moral.

³²Robles, J. *op cit.*

³³Pozo, J.I. *op cit.*

2.3.4. ¿Qué se propone?

Las problemáticas sociales, la tergiversación de la realidad a través de la manipulación mediática y la condición sumamente individualista de la vida moderna requieren de un modelo educativo que atienda las carencias éticas de la educación mexicana. Frente a una SEP que mutila de los planes de estudio de bachillerato todas las materias relacionadas con la filosofía, entre ellas la ética, resulta apremiante la necesidad de discutir la problemática social con los estudiantes.

La sociedad necesita un nuevo tipo de personas, con un sentimiento de apego hacia su comunidad y capaces de percibir más allá del cegador brillo de la publicidad transnacional. La colonialización cultural y la prevaencia a ultranza de los valores capitalistas requieren de un radical cambio en el tipo de educación impartida en las aulas del país.

El profesor, consciente del yugo mental que nos aprisiona, debe ser capaz primero de liberarse de él para posteriormente extender su ejemplo hacia los adolescentes que estudian su materia. La labor es indudablemente difícil debido al constante bombardeo de imágenes que predicán el valor del capital, del enriquecimiento a toda costa.

La labor del profesor debe efectuarse en un marco de continua muestra de valores cívicos y morales a lo largo del desarrollo de su materia. Es necesario realizar modificaciones al sistema de impartición de educación, a través de una toma de postura hacia las situaciones cotidianas que aleje a los estudiantes de la convenientemente establecida apoliticidad de la población.

El cambio de régimen no se llevará a cabo en poco tiempo y ante la inmensa maquinaria neoliberalista mundial pareciera una labor imposible. Sin embargo, cada uno de nosotros podemos efectuar acciones encaminadas a luchar contra el injusto orden social presente en nuestros tiempos; el profesor en diálogo con los estudiantes debe hablar sobre dichas acciones.

Un sistema educativo apropiado para las condiciones actuales deberá contar con los siguientes rasgos generales:

- *Fomento de la capacidad de pensamiento crítico.* Necesaria para romper el cerco informativo y la desinformación en el que nos tienen inmersos los medios de comunicación masivos. Para abordar la realidad desde un punto de vista crítico que lleve a la reflexión y posteriormente a la praxis. Además de ello, esta habilidad es fundamental para la selección e interpretación de la ingente cantidad de información proveniente de la Internet.
- *Fomento del sentido de comunidad y trabajo en grupo.* Es necesario

hacer notar al alumno los beneficios resultantes del trabajo en equipo. Fomentar la idea de pertenencia a una comunidad, tan lastimada en nuestro país. Hacer ver que la imagen del científico loco, ermitaño, que inventa y descubre cosas por sí solo está completamente alejada de una realidad en donde los avances científicos son producto del esfuerzo de grandes equipos de colaboradores provenientes de varios países y culturas.

- *Evaluación basada en el proceso y no en los presuntos resultados del aprendizaje.* He descrito los nocivos efectos que tiene el sistema de evaluación actual sobre las actitudes y mentalidades de los alumnos. Una evaluación más adecuada deberá atender el proceso de aprendizaje, evaluando no para segregar y para fomentar la competencia desleal, sino como una retroalimentación para mejorar.



Figura 2.15: Cada uno de nosotros podemos efectuar acciones encaminadas a luchar contra el injusto orden social presente en nuestros tiempos.

Capítulo 3

Secuencias didácticas propuestas

Introducción

En este capítulo se incluyen las secuencias didácticas utilizadas a lo largo de las diversas sesiones realizadas en la práctica que desembocó en esta tesis. Previo a cada secuencia didáctica se plantea una breve justificación.

3.1. Los mentos y el método científico

3.1.1. Justificación didáctica

Este grupo de sesiones de trabajo presentará a los estudiantes una visión cercana de la ciencia, más específicamente del método científico¹ y de algunos prejuicios existentes en las concepciones previas de la población en general. La intención fundamental es hacer notar a los discentes que el método científico no es una herramienta reservada para los hombres y mujeres de ciencia, sino que es un método de pensamiento que ayuda a encontrar respuestas a cuestionamientos de las más diversas índoles.

Se propone la realización de una serie de experimentos con refresco de Cola *light* y pastillas *Mentos*. Cuando las pastillas son introducidas en la botella de refresco, se produce una reacción burbujeante muy rápida y violenta que expulsa un chorro de refresco por la boca de la botella hacia arriba. El objetivo de las experimentaciones es que los estudiantes predigan la altura que dicho chorro alcanzará en un experimento de muestra realizado por el docente con cierta cantidad de refresco predefinida. A través de esta sesión de experimentación poco común centrada en una actividad tan llamativa y vistosa se desea conseguir despertar el interés y la motivación del alumnado como una manera de introducir el método científico.

Existe otra actividad ideada para efectuar el mismo proceso de aproximación ciencia - cotidianeidad, llevada a cabo al final de las sesiones de trabajo a modo de recapitulación. Esta segunda actividad consta de un cuestionario donde se pide a los estudiantes formular sus mejores hipótesis para resolver un problema de sumo interés para ellos: los noviazgos. Se plantea a los estudiantes una situación hipotética donde se les pide desarrollar las mejores maneras de aproximarse y hablar con la persona que más les atrae físicamente. Los equipos se dividen en dos secciones dependiendo del género de atracción y cada una de ellas reflexiona para obtener una serie de Hipótesis Iniciales, que luego son discutidas en grupo con ayuda de la otra sección para obtener un grupo de Hipótesis Finales.

La idea es que los estudiantes logren percibir la utilidad que el método científico tiene en sus vidas cotidianas a través de un tema ciertamente motivador para los alumnos.

¹Existen muchos puntos de debate alrededor de un concepto tal como *método científico* y acerca de si debe ser considerado un algoritmo irrefutable y único o solamente como una guía que dirija el trabajo científico. En este texto y para la planeación didáctica planteada se utiliza la concepción clásica de *método científico* definida por el proceso cíclico de tres puntos básicos centrados en la lógica empírica: Observación, Formulación de hipótesis y Verificación de hipótesis.

3.1.2. Intención y resultados de aprendizaje

Bachillerato	Asignatura	Unidad
CCH	Física I	Primera Unidad. Acerca de la física.
ENP	Física III	Primera Unidad. Introducción al curso y la relación de la Física con el entorno social.

Tema	Ciencia y Método Científico	Sesiones	2	Duración	180 min
------	-----------------------------	----------	---	----------	---------

Intención
Proponer a los estudiantes una visión de la ciencia como una herramienta histórica-social y alejada de dogmatismos.
Resultados de Aprendizaje
Al final de las sesiones se espera que las alumnas y alumnos puedan: <ul style="list-style-type: none"> - Aplicar el método científico en una serie de experimentos. - Analizar los efectos de las distintas variables de los experimentos. - Proponer una hipótesis argumentada sobre un experimento muestra. - Aplicar el método científico a una situación cotidiana propuesta. - Describir los factores que influyen en el establecimiento de un modelo científico sobre otro.

Material didáctico	Habilidades a desarrollar
- Pastillas de menta marca Mentos, coca cola de dieta, vasos de plástico, cartulinas, charolas.	- Observación. - Experimentación. - Elaboración de hipótesis. - Verificación de hipótesis.

3.1.3. Secuencia didáctica sugerida.

En la siguiente página se presenta la secuencia didáctica sugerida para esta sesión.

Nombre de la Actividad (Temas)	Actividad Docente	Actividad Alumno
Presentación de video de coca cola y mentos.	Presenta el experimento que los alumnos realizarán en esta sesión. ²	
- Plan de experimentación. - Experimento mentos - coca-cola. (Modelo, método científico).	Expone algunas consideraciones para hacer los experimentos	- Forman equipos de trabajo. - Realizan un plan de experimentación. - Realizan los experimentos y mediciones enfocados a predecir una situación hipotética.
Experimento y Retroalimentación (Modelo y la predictibilidad de algunos fenómenos).	Hace el experimento que los alumnos deben predecir.	Miden y comparan el resultado real con su predicción.
Presentación video "Proyecto G. Grandes batallas de la ciencia").	Guía una discusión acerca de lo observado en el video sobre los factores científicos y acientíficos en el desarrollo de la ciencia.	

²El video se puede ver en:

<http://www.discovery.com/tv-shows/mythbusters/videos/diet-coke-and-mentos-minimyth/>

3.1.4. Detalle de actividades.

A continuación se exponen con detalle las actividades que se realizarán en esta sesión.

Experimento mentos - coca cola.

La actividad central de la serie de estas sesiones es realizar una serie de experimentos con la coca cola y los mentos. Al echar una pastilla mentos dentro del refresco se produce una rápida reacción burbujeante que expulsa un chorro de refresco por la boca de la botella.

Se forman equipos de tamaño no mayor a 5 personas (recomendable 4).

A cada equipo se le entregan los siguientes materiales:

- Una botella vacía de refresco de $\frac{1}{2}$ litro.
- Una botella vacía de refresco de 355 ml.
- Una botella vacía de boca ancha.
- 2 paquetes de mentas marca Mentos.
- Una cartulina.
- Un vaso desechable transparente para medir la coca cola.
- Una charola plana para colocar el refresco y evitar que el piso del aula se ensucie.
- Dos litros de refresco coca cola light.

Las indicaciones para la actividad son las siguientes:

El profesor cuenta con una botella de refresco de 1 lt y tres mentos que dejará caer para producir un chorro de refresco.

El objetivo de la actividad es que los alumnos sean capaces de obtener una predicción de un fenómeno desconocido realizado por el profesor con base en los experimentos propios que ellos realicen.

El procedimiento es el siguiente:

- Los alumnos realizarán una serie de experimentos con el refresco y los dulces.

- La cantidad de experimentos y la cantidad de refresco por experimento son a libre elección de los estudiantes.

- La cantidad de mentos a utilizar en cada experimento es fija. En cada botella se deberán verter 3 pastillas mentos. El único fin de esta elección es reducir el número de variables.

- Uno de los experimentos deberá ser realizado con la botella de boca ancha para descubrir el efecto de la forma de la botella.

- Previo a la realización de los experimentos y de la entrega del material, los estudiantes deberán realizar una planificación sobre los experimentos que

se llevarán a cabo.

- Una cartulina se utilizará para hacer una regla sobre la cual se medirá la altura que alcanza el chorro de refresco.

Verificación situación hipotética - modelos propios.

Al final de los experimentos cada equipo recibe un tiempo para presentar su modelo, resultados y predicción.

Se realiza el experimento muestra por parte del docente, se compara con las predicciones de los equipos.

Presentación del video "Proyecto G. Grandes batallas de la ciencia. Newton vs Leibniz"

Se presenta el video. El objetivo es mostrar que la ciencia, como cualquier otro producto humano, se ve influida por factores sociales, políticos y económicos.

Discusión posterior.

Se organiza una discusión posterior que toque los siguientes puntos:

- Video Proyecto G.
- Modelos predictivos, ciencia y método científico.
- Factores acientíficos y científicos que influyen en la ciencia.

3.2. Mi sopa está muy caliente, ¿qué hago?

3.2.1. Justificación didáctica

En esta secuencia didáctica se desea que los estudiantes visualicen el proceso de evaporación como un fenómeno de pérdida de energía.

Para el desarrollo de las actividades se pide a los estudiantes imaginar el necesario proceso de calentamiento y enfriamiento de una sopa caldosa. La primera parte de la actividad está compuesta con el proceso de calentamiento y la tarea para los estudiantes es determinar el momento en que la flama que transfiere el calor a la sopa debe de apagarse.

Regularmente, cuando una persona calienta un líquido como el mencionado, lo calienta demasiado y suele quedar demasiado caliente para ser ingerido. De esta manera, se vuelve necesario llevar a cabo un proceso de enfriamiento. Los estudiantes deben hallar la mejor manera de hacerlo en términos de rapidez y eficacia y exponer sus argumentos al respecto.

A través de esta actividad relacionada con la vida diaria se espera que los estudiantes logren abstraer características importantes de la fenomenología involucrada en el proceso. De esta manera, partiendo de una actividad experimental los alumnos obtienen su propia teoría empírica relacionada con sus observaciones. La parte importante de este proceso es que las *teorías* obtenidas son todas únicas y dependen exclusivamente de la percepción individual que el estudiante haya tenido con la experiencia. Una vez que las actividades experimentales y su posterior recapitulación son llevadas a cabo, el docente realiza una exposición donde discute ciertas cuestiones de la teoría cinética molecular implicadas en el proceso experimental.

3.2.2. Intención y resultados de aprendizaje

Bachillerato	Asignatura	Unidad
CCH	Física I	Primera Unidad. Acerca de la física.
ENP	Física III	Primera Unidad. Introducción al curso y la relación de la Física con el entorno social.

Tema	Evaporación	Sesiones	2	Duración	180 min
------	-------------	----------	---	----------	---------

Intención
A partir de un par de actividades experimentales se desea que los estudiantes visualicen el proceso de evaporación como un fenómeno de pérdida de energía.
Resultados de Aprendizaje
<ul style="list-style-type: none"> - Interpretar el proceso de evaporación como un fenómeno de enfriamiento. - Inferir la relación que existe entre la energía entrante a un sistema y la energía saliente como una aproximación empírica de la ley de la conservación de la energía a partir del proceso de cambio de fase. - Reconocer que la temperatura es una medida de la energía cinética promedio de las partículas de un material. - Enlistar las características básicas principales de las partículas componentes de la Teoría Cinética Molecular.

Material didáctico	Habilidades a desarrollar
<ul style="list-style-type: none"> - 2 pelotas de ping pong. - Recipiente con agua, dos vasos, una cuchara y un termómetro. - Mechero. 	<ul style="list-style-type: none"> - Observación. - Elaboración de hipótesis. - Comunicación. - Colaboración.

3.2.3. Secuencia didáctica sugerida.

Actividad	Tiempo
Evaluación inicial	25 min
Experimento central	50 min
Retroalimentación a los experimentos	30 min
Evaluación diagnóstica	30 min
Instrucción docente	50 min
Evaluación final	30 min

3.2.4. Detalle de actividades

Experimento central

Se plantea la siguiente situación cotidiana hipotética:

Imaginemos que tengo una sopa fría y que quiero comerla. No me gusta comerla fría por lo que la calentaré.

En los experimentos no se entregará sopa a los alumnos, en vez de ello se usará agua simulando un caldo. El agua se deberá calentar tanto como los equipos consideren y se responderán dos preguntas:

- ¿Cuándo apago la flama? ¿Cuándo considero que la sopa está caliente?
- ¿Por qué?

Para la segunda parte del experimento el agua se calienta hasta el punto de ebullición.

Ahora la pregunta es la siguiente: - ¿Cómo es la mejor manera de enfriar la sopa? ¿Qué tiene que pasar con el agua?

Para esta parte, los estudiantes deberán experimentar con distintas maneras de enfriar la sopa. Así mismo se realizarán algunas mediciones que serán descritas en la hoja de experimentos.

Material:

A cada equipo se le entrega:

- Recipiente de agua.
- Dos vasos.
- Una cuchara.
- Termómetro.

Procedimiento:

- Se forman equipos de trabajo de 5 o 6 personas.
- Antes de comenzar a trabajar, los alumnos deberán formular una hipótesis argumentada sobre cuál es la mejor manera de producir el enfriamiento del agua-sopa.

Retroalimentación a los experimentos

Los equipos presentan los resultados de sus observaciones uno por uno.

Instrucción docente

Para comenzar una analogía con una caja cerrada y un objeto dentro. El profesor en diálogo con los estudiantes pretende establecer una noción de modelo que sirva como una brevísima fundamentación epistemológica en la teoría cinética molecular.

La instrucción comienza con una serie de experimentos con un par de bolas de billar que muestren la conservación en la cantidad de movimiento. Esto como proceso fundamental en el modelo cinético molecular.

Se exponen las características fundamentales del modelo tales como:

- Características de las partículas involucradas en las colisiones moleculares.

- La temperatura como una medida de la energía cinética de las moléculas. (analogía entre la energía cinética de las bolas de billar y las del modelo cinético molecular)

Posteriormente se presenta una serie de animaciones sobre la teoría al tiempo que el profesor las discute activamente con los alumnos.

- Presentación de animación sobre el proceso de evaporación.

- La evaporación como una pérdida de calor, como un enfriamiento.

- Condensación. La condensación como un calentamiento.

3.3. Los pelos parados

3.3.1. Justificación didáctica

Se espera que los estudiantes al experimentar con una serie de actividades propuestas obtengan una definición propia del concepto de carga eléctrica a través de algunas de sus principales características.

Las actividades planteadas permiten apreciar distintos efectos como son los tres tipos de electrización: frotamiento, contacto e inducción. Así, los alumnos pueden percibir las distintas maneras en que es posible cargar eléctricamente un objeto.

Los experimentos realizados requieren materiales de fácil acceso, de modo que los discentes pueden reproducir las experiencias en casa si lo consideran interesante. Además de ello, las actividades planteadas son sumamente sencillas y tradicionales por lo que los alumnos pueden hacerlas sin problemas.

3.3.2. Intención y resultados de aprendizaje

Bachillerato	Asignatura	Unidad
CCH	Física I	Primera Unidad. Acerca de la física.
ENP	Física III	Primera Unidad. Introducción al curso y la relación de la Física con el entorno social.

Tema	Carga eléctrica	Sesiones	2	Duración	180 min
------	-----------------	----------	---	----------	---------

Intención
Se propone una serie de actividades que comparten ciertas generalidades a partir de las cuales se pretende que los estudiantes formen su concepto de carga y visualicen la interacción electrostática como un fenómeno de campos.
Resultados de Aprendizaje
<ul style="list-style-type: none"> - Obtener un concepto propio de carga eléctrica a partir de las experimentaciones realizadas. - Distinguir las tres maneras diferentes de cargar un objeto. - Conocer las características generales de las interacciones entre los dos tipos de cargas.

Material didáctico	Habilidades a desarrollar
<ul style="list-style-type: none"> - Esferas de unicel blancas, esferas de unicel con grafito de dos distintos tamaños. - Peine. - Globos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Observación. - Experimentación. - Elaboración de hipótesis. - Verificación de hipótesis.

3.3.3. Secuencia didáctica sugerida.

Actividad	Tiempo
Presentación examen diagnóstico	20 min
Desarrollo de actividades experimentales	45 min
Recapitulación experimental	45 min
Discusión sobre modelos	10 min
Modelo atómico	10 min
Aislantes y conductores	10 min
Presentación del video de tipos de electrización	10 min
Actividad de visualización de campo eléctrico	10 min
Exposición docente	20 min
Revisión de aplicaciones de los principios electrostáticos	20 min
Aplicación evaluación final	20 min

3.3.4. Detalle de actividades experimentales

Globo que se pega a la pared

Todos los alumnos se frotarán globos en la cabeza, pudiendo observar las diferencias obtenidas en la carga del globo dependiendo del tipo o longitud del cabello utilizado. Una vez que el globo se carga, los estudiantes lo colocarán en distintas superficies (la pared de cemento, una lámina metálica del laboratorio) y deberán observar dos variables: el tiempo que el globo permanece unido a la pared y el tipo de material necesario para producir el efecto.

Frotamiento de las barras de vidrio y plástico.

Se realizará la clásica experiencia de frotar las dos distintas barras de materiales aislantes para observar los distintos tipos de carga generados en ambos casos.

Experiencias con el peine.

Uno de los alumnos o alumnas se cepilla el cabello con ayuda del peine y se realizan las tres siguientes actividades: - Se atraen pedacitos de papel. - Se atrae una lata refresquera de aluminio. - Se atrae un chorrito de agua.

Pelotitas cargadas.

Se utilizan dos pelotitas ligeras que penden de un hilo sujeto a un plano horizontal común. Inicialmente las dos pelotitas cuelgan una junto a otra, pero si se cargan por contacto con una barra electrificada sucede un efecto interesante que los alumnos deberán observar.

3.4. ¿Por qué el cielo es azul?

3.4.1. Justificación didáctica

La secuencia didáctica siguiente está dividida en dos sesiones en las que se parte de un par de problemas cotidianos a partir de los cuales se desarrolla el contenido teórico pertinente. Los estudiantes –al realizar un par de experimentos– podrán observar de primera mano fenómenos físicos que les permitirán abstraer características generales de los procesos involucrados en ambas preguntas generadoras.

La primera de esas preguntas generadoras es: ¿Por qué el cielo es azul? Para esta primera pregunta se debe alumbrar una botella de plástico transparente rellena de una solución leche - agua con concentraciones variables de leche. Las partículas de leche dispersan la luz de la lámpara de manera semejante a como lo hacen las partículas atmosféricas con la luz solar. Se pueden observar variaciones en la coloración de la luz emitida dependiendo de la concentración de la leche, y con base en ellas, los estudiantes pueden obtener una relación cualitativa que describa el fenómeno.

Posteriormente, el docente realiza una descripción cualitativa del proceso de dispersión de la luz verificado en la atmósfera y en la botella con agua-leche. La discusión deberá tocar temas como los distintos tipos de dispersión: de Rayleigh y de Mie, así como sus diferentes características y propiedades.

La segunda parte de la sesión está enfocada a observar las variaciones que la reflectividad de un vidrio muestra al modificar dos factores:

- El ángulo de observación del vidrio.
- La cantidad de capas de vidrio.

Para ello, los estudiantes serán dotados de un pequeño grupo de vidrios cuadrados de 5 x 5 cm con los cuales experimentarán variando ambos factores mencionados en la lista superior. De esta manera, los estudiantes serán capaces de observar ambos efectos, lo que podría colaborar a mejorar su comprensión cualitativa del fenómeno de reflectividad en cuestión.

3.4.2. Intención y resultados de aprendizaje

Bachillerato	Asignatura	Unidad
CCH	Física II	Segunda Unidad. Fenómenos electromagnéticos.

Tema	Sesiones	Duración
<ul style="list-style-type: none"> - Ondas EM y su espectro. - Velocidad de las ondas EM. - Transmisión de ondas en distintos medios. 	2	180 min

Intención
Se presenta una sesión experimental-teórica sobre las ondas electromagnéticas, sus características y espectro, así como de la dispersión resultante de la interacción de la onda con diversos medios.
Resultados de Aprendizaje
<ul style="list-style-type: none"> - Describir el principio de interacción de campos responsable de la generación de ondas electromagnéticas. - Comparar las distintas secciones del espectro electromagnético en función de su energía, longitud de onda y frecuencia. - Explicar el proceso de transmisión de ondas e.m. en diversos medios, así como predecir el efecto que el aumento en el índice de refracción de un material tiene sobre la transmisión. - Explicar la razón de las diversas coloraciones de la bóveda celeste. - Sintetizar la relación cualitativa existente entre la reflectividad y la transmisibilidad. - Aplicar las diversas maneras de reducir la transmisibilidad de la onda en un problema práctico.

Material didáctico y equipo	
- Esferas de unicel blancas, esferas de unicel con grafito de dos distintos tamaños. - Peine. - Globos.	- Observación. - Experimentación. - Elaboración de hipótesis. - Verificación de hipótesis.

3.4.3. Secuencia didáctica sugerida.

Actividad	Tiempo
Inicio de clase / Evaluación diagnóstica	25 min
Vestirse frente a la ventana	-
Demostraciones de la relación entre magnetismo y electricidad	30 min
Generación de ondas E.M. y espectro.	15 min
Discusión de la transmisión de las ondas e.m. en medios diversos	20 min
Reflexión de la cúpula celeste	-
Dispersión en una botella de pet	20 min
Discusión de los dos modelos de dispersión (Rayleigh y Wie)	10 min
Leer con vidrios	20 min
Actividad que muestre la variación angular de la reflectancia	20 min
Evaluación final	20 min

3.4.4. Detalle de actividades experimentales

Frente a la ventana

Se plantea la siguiente situación real:

Mi cuarto de departamento tiene una ventana que da a la calle a través de la cual puedo ver a la gente pasar. Cuando salgo de bañarme me visto en el cuarto para evitar que mi ropa se moje en la regadera. Sin embargo en una ocasión que veía a las personas caminar con sus perros, me pregunté si mi decisión de vestirme frente a la ventana no sería muy impúdica. Después de todo, si yo puedo ver a las personas, seguramente ellos pueden verme.

¿De verdad es posible que los transeúntes me observen sin ropa?

Esta situación funge como introducción a la clase. A través de este ejemplo se introducirán los conceptos de variación angular de la reflectancia, así como el efecto que la cantidad de interfaces y el aumento del índice de refracción producen sobre la misma. Al final de la clase, en la evaluación final los alumnos señalarán la mejor manera para evitar ser vistos por los transeúntes.

Demostraciones de la relación entre magnetismo y electricidad

Si el profesor titular del grupo no realizó en clase los experimentos de la generación de un electroimán y el experimento de Faraday, se mostrarán en clase a modo de revisión de la conexión existente entre el magnetismo y la electricidad. Se debe hacer énfasis en dos situaciones concretas:

- El movimiento *acelerado* de cargas genera un campo magnético.
 - La *variación* en el flujo magnético induce un voltaje en la espira de alambre.
- Si el profesor realizó las demostraciones planteadas, entonces esta actividad se omite y solo se indica a los estudiantes.

Generación de ondas E.M. y espectro.

Las experiencias previas sirven como muestra de la relación existente entre los campos magnético y eléctrico. Su capacidad de cogeneración es el principio de la generación y propagación de las ondas e.m.

Se expone una diapositiva del espectro e.m. que muestre tanto los tamaños comparativos como las fuentes de las ondas. Se expone la relación de la frecuencia y la longitud de onda.

Discusión de la transmisión de las ondas e.m. en medios diversos

El profesor presenta un modelo microscópico simplificado del proceso de transmisión de ondas e.m. a través de los diversos medios.

Presentación de video modelo microscópico de los efectos de la variación del índice de refracción. Analogía con el modelo de abatelenguas y de las fichas de dominó de la sesión de Ondas.

Reflexión de la cúpula celeste

Se presenta una fotografía del cielo con el característico smog de la Ciudad de México. ¿A qué se deben las distintas coloraciones azules y blancas?

Dispersión de Rayleigh en una botella

Un recipiente muy largo y transparente (una jarra, una botella de 1.5 lt) se rellena con cantidades variables de dos sustancias:

- Leche.
- Sal.

Cada una de las sustancias produce un tipo especial de efecto dispersivo en la solución de la botella. Las partículas componentes de la leche generan dispersión de Rayleigh (fenómeno dependiente de la frecuencia de la luz), mientras que las de sal producen dispersión de Wie (fenómeno no dependiente de la frecuencia).

La primera prueba se lleva a cabo con el agua común y corriente y posteriormente se va añadiendo poco a poco leche, alumbrando la botella cada vez y observando las distintas coloraciones de la luz dispersada por la solución.

No es necesaria mucha leche para producir una coloración celeste, sorprendentemente semejante a la del cielo. Conforme se va añadiendo más leche la luz emitida (dispersada) por el líquido va disminuyendo de frecuencia, al dispersarse las componentes de frecuencias altas (violeta, azul).

Poca leche Mucha leche

Dispersión de Wie en una botella

La segunda prueba se realiza por el mismo procedimiento del primer caso. En este caso las partículas de sal son mucho más grandes que las de leche, lo que produce dispersión de otro tipo, no dependiente de la frecuencia.

Los experimentos desarrollados con la leche fungen como introducción a una exposición teórica realizada por el docente, donde se tratan con los

estudiantes los tres puntos siguientes:

- Espectro de radiación Solar. / Efectos de la variación del espectro en la percepción sensorial.
- Porción violeta del espectro Solar. Implicaciones sobre la coloración celeste.
- Condiciones de las partículas dispersoras de Rayleigh y comparación con las de Wie.

Leer con vidrios

Por equipos se distribuye un grupo de 10 pequeños cuadrados de vidrio. Se pide a los estudiantes escribir algo en un papel y leerlo a través de un vidrio. Los vidrios se van apilando uno sobre otro y los estudiantes deben tratar de leer las letras.

Actividad que muestre la variación angular de la reflectancia

Con uno de los espejos es posible observar la variación angular de la reflectancia si se coloca a la altura del ojo y se gira gradualmente hasta llegar a los 90° .

Capítulo 4

Resultados

4.1. Metodología

El trabajo desarrollado en esta tesis se llevó a cabo con ayuda de dos grupos del M. en D. Guillermo Neumann, Profesor del Departamento de Física del Colegio de Ciencias y Humanidades Plantel Sur. La práctica docente se llevo a cabo en el plazo comprendido entre Septiembre del 2013 y Mayo del 2014.

Las tres primeras secuencias didácticas fueron aplicadas a un grupo de segundo año, es decir alumnos de tercer semestre del CCH Sur. El grupo se componía de 17 alumnos cuyas edades oscilaban entre los 15 y 18 años. La última de las secuencias fue aplicada a un grupo de último año de preparatoria compuesto de 23 elementos con edades de 16 a 18 años.

Las actividades fueron diseñadas con base al aprendizaje situado, y para generar un ambiente de cooperación y respeto en el que el profesor motiva el interés de los alumnos en los temas a estudiar y también motiva a los estudiantes a ser constructores de su propio conocimiento.

4.2. Consideraciones iniciales

A continuación se presentan los resultados de las evaluaciones realizadas en las sesiones de ciencia y método científico.

Las preguntas formuladas en las diversas fases de la evaluación fueron todas de tipo abierto y los alumnos podían escribir tanto como lo deseasen. Debido a esto, cada estudiante describió con sus propias palabras la serie de fenómenos involucrados en cada una de las situaciones planteadas. Esto represento una cierta dificultad para realizar la clasificación de los argumen-

tos que se presenta en las secciones posteriores. No obstante la subjetividad implícita en el proceso, el autor cree que la serie de argumentos resultantes es representativa.

Cada pregunta enlistada cuenta con una tabla donde se muestran los argumentos con las que los estudiantes respondieron las distintas preguntas. El número de menciones que se encuentran en la segunda columna de la tabla se calculó con base en el número de veces que el argumento se presentó. Si un alumno justificó su respuesta con más de uno de ellos, entonces cada mención se contó por separado. Es conveniente especificar esta distinción para no interpretar el número de menciones como el número de alumnos que lo mencionaron.

Es importante que el lector, al realizar el análisis de los resultados, tenga en cuenta el par de factores que se acaban de describir.

4.3. Los mentos y el método científico

4.3.1. Retroalimentación de los experimentos

¿Cómo llegaron a esta conclusión?

Equipo (Predicción)	Respuesta
Los Cherries (2 cm)	Llegamos a esta conclusión porque los datos que obtuvimos en nuestro experimento nos indicaron que al no haber abierto la botella el gas se mantuvo siempre adentro y no se fue perdiendo. Esto ayuda a que alcanzara mayor altura que las demás botellas con el relleno del refresco que ya no tenía menor cantidad de gas.
Los Burbujones - Bubble Gomers (70 cm)	Llegamos a esta conclusión porque en primer lugar la botella es más grande, tiene más líquido y además la botella no se ha abierto en ningún momento, por lo que conserva el mismo gas y no pierde.
The Chicorits (1 m)	Tomamos como referencia el experimento de la botella de 600 ml, calculamos que con un litro sería mayor.
Los Guaps	Llegamos a esta conclusión porque el refresco perdió gas al pasarlo de la botella al recipiente, las mentas no fueron las adecuadas, porque faltó que se disolvieran. Nuestras hipótesis no fueron tan correctas, pensamos que el chorro de refresco alcanzaría una mayor altura.
Vikazicriz-marz (3 cm)	En nuestros primeros experimentos nuestros resultados no fueron los esperados puesto que ni siquiera subieron 1 cm. Probablemente este resultado se deba a que las botellas no estaban llenas. Cuando hicimos experimentos con las botellas llenas los resultados no se modificaron. Los factores que no se tomaron en cuenta en la elaboración de las hipótesis fueron: El gas de la botella escapa por lo que la reacción es menor, La botella no estaba llena, Las mentas no se disuelven, La botella debe estar tapada para que el gas se comprimié mucho y produjera una reacción más fuerte.

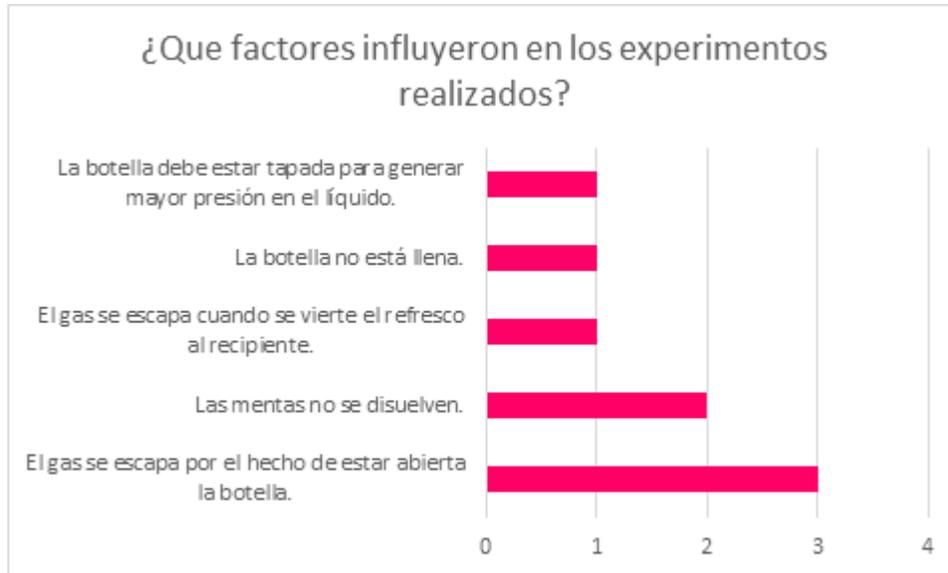


Figura 4.1: Factores de influencia en el experimento de mentas

Discusión

La serie de experimentos propuestos con los mentos y el refresco de dieta, tenía como fin predecir la altura que alcanzaría el chorro de la botella de refresco de 1 lt. Los alumnos debían proponer un grupo de experimentos que les ayudarían a estimar la altura mencionada.

Sin embargo, el desenlace no resulto ser como se esperaba. Los estudiantes se sintieron incluso decepcionados debido a las altas expectativas que habían puesto en sus experimentos. Casi ninguno de los experimentos produjo una altura considerable y susceptible de medirse. Solo un par de ellos, aquellos realizados con botellas nuevas, llegaron a alcanzar una altura verificable.

¿Cuál fue el problema? Los alumnos mencionan que el problema residió en que el dióxido de carbono, responsable de la gasificación de las sodas, se escapaba de distintas maneras (véase Figura 5.1). La mayor parte de los equipos indicaron que el gas se escapaba ya que la botella se encontraba destapada. Dicho argumento parece estar basado en el desconocimiento del proceso de carbonación, por medio del cual se consigue el efecto efervescente de las bebidas gasificadas. La interpretación de este resultado podría ser que los estudiantes creen que el gas se encuentra separado del líquido. Otro de los equipos considera que la pérdida del gas se debe a la agitación a la cual se somete el refresco al momento de servirlo.

Un argumento que se presentó de manera recurrente fue el que las mentas no se logran disolver por completo en el refresco como lo haría un alka seltzer. En los experimentos se utilizaron mentas marca Mentos, dulces chiclosos necesarios para la generación del efecto burbujeante deseado. Algunos de los alumnos estimaron que si se hubiesen utilizado mentas tipo Usher, más porosas, el efecto hubiera sido más sorprendente.

Uno de los equipos llegó a la conclusión de que el experimento hubiera resultado mejor si se hubiese tapado la botella justo después de verter los dulces dentro de la bebida. El fundamento detrás de esta concepción se encuentra en el hecho de que la presión sobre la tapa aumentaría de casi cero a una medida considerablemente mayor que produciría un chorro altísimo.

Es probable que dicho procedimiento resultara exitoso si se contara con algún dispositivo que permitiese la apertura total de la boquilla de una sola vez. Los estudiantes desenroscaban la tapa tan rápido como podían pero a pesar de esto, la apertura no se abre de una vez. En vez de ello, el chorro de refresco comenzaba a salir tan pronto encontrara una pequeña apertura y se perdía presión en el proceso.

Una vez que has visto las predicciones de tus demás compañeros y el experimento realizado por el docente, ¿Qué opinas de tu predicción? ¿Funcionó? ¿Por qué?

Equipo	Respuesta
Cherries	
B.B.G.	No funciono por todos los factores que provocaron que el gas escapara.
Chicoritos	No.
Los Guaps	No funciono para la altura pero si para el recipiente.
M.L.E.A.	
Vikaciri-mar	

Discusión

Como se aprecia en la Figura ??, ninguna de las predicciones funcionó debido a los factores descritos en la primera pregunta de esta sección.

¿Cómo mejorarías tu procedimiento para obtener las predicciones?

Equipo	Respuesta
Cherries	
B.B.G.	Abriría al instante el refresco y rápidamente le echaría los mentos.
Chicoritos	
Los Guaps	Con más refresco y otro tipo de mentos.
M.L.E.A.	Realizar todo con el mayor cuidado posible.
Vikaciri-mar	

Discusión

La Figura 5.2 da cuenta de que los estudiantes piensan que para tener un mayor éxito en la realización de la predicción es necesario modificar los factores que evitaron el correcto desarrollo de los experimentos. Entre los factores mencionados se encuentra una mayor cantidad de refresco, abrirlo más rápido y otro tipo de mentos mucho más porosos que facilitarían la disolución.

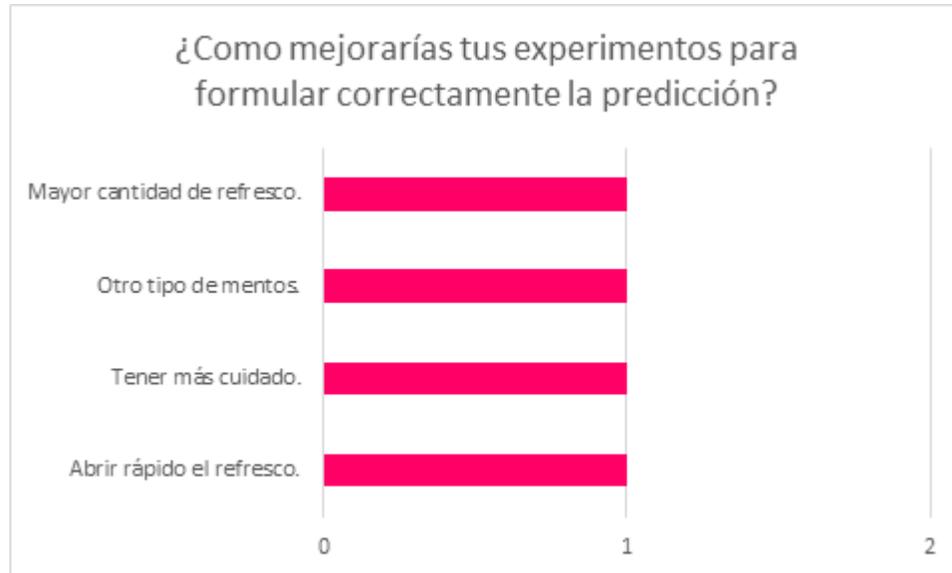


Figura 4.2: ¿Cómo mejorarías tus procedimientos para formular correctamente la predicción?

La información obtenida en el cuestionario mostrado en la figura es limitada, por lo que se vuelve necesario que en una siguiente práctica se elaboren cuestionarios con preguntas más específicas, ya que los estudiantes no pueden responder preguntas demasiado generales, cómo la pregunta relativa a porqué no funcionó la predicción, dado que no están acostumbrados a hacer predicciones, ni a valorar el porqué estas se cumplen o no.

¿Qué sucede si varía la cantidad de refresco?

Equipo	Respuesta
Cherries	Mayor cantidad de refresco es mejor.
B.B.G.	Esta hasta el tope del líquido. Por lo tanto subirá más rápido.
Chicoritos	
Los Guaps	Nos dimos cuenta de que entre más refresco había una diferencia, era que reaccionaba.
M.L.E.A.	
Vikacicri-mar	Mayor cantidad de gas es mejor. Mayor cantidad de refresco es mejor.

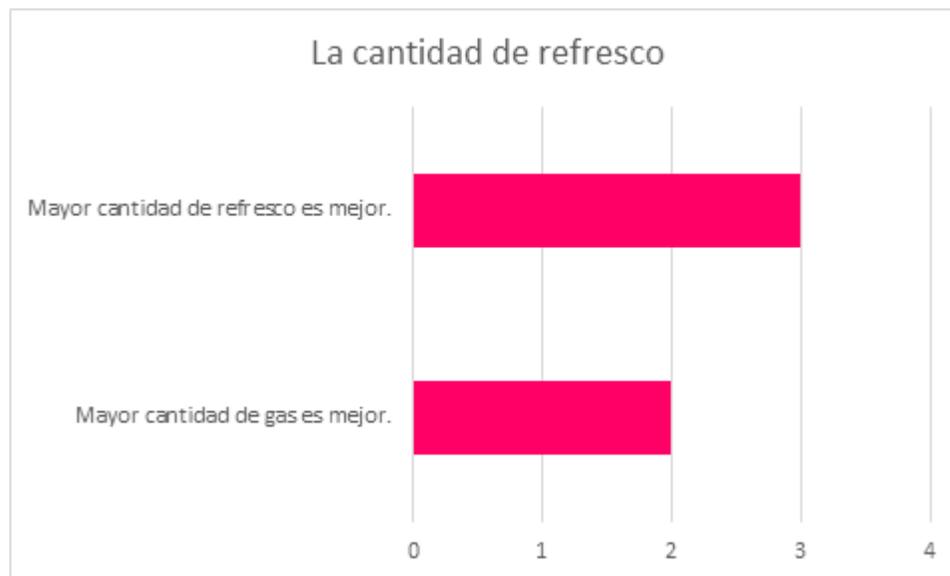


Figura 4.3: ¿Qué factores influyen en el refresco?

Discusión

Los estudiantes llegaron a la conclusión de que la cantidad de refresco fue una variable importante en los experimentos. Concluyeron que era mejor contar con una botella de refresco llena o, en todo caso, con una cantidad considerable de refresco (Figura 5.3).

4.3.2. Evaluación final. Resultados

¿Qué sugieres para evitar que se caiga el refresco y salpique alrededor?

Equipo	Respuesta
L.A.	Poner una bandeja/charola para evitar que el refresco toque la superficie colocada.
M.L.E.A.	Usar una base que ocupe más espacio que la tapa pastelera y en todo caso, más profundo para evitarlo.
B.B.G.	Usar la charola.
LOL	Colocando una especie de manguera o tubo largo por fuera de la boquilla del refresco.
Los esqui-zofrénicos	Pondríamos un recipiente y encima la botella, para que no salpique o ensucie alrededor. Una botella con la boquilla más grande.
Los guaps	Poner una charola debajo de la botella.



Figura 4.4: ¿Qué sugieres para evitar ensuciar el área con refresco?

Discusión

La mayor parte de los equipos respondieron que la colocación de una charola es la mejor manera para evitar ensuciar los alrededores (véase Figura 5.4). La charola fue entregada a los equipos y todos la utilizaron, por lo que resulta significativo el hecho de que los estudiantes no se hayan esforzado en pensar otra opción distinta a la presentada por el docente.

Una de las estudiantes propuso crear un tubo que dirigiese el chorro de refresco verticalmente evitando la dispersión del líquido.

¿Qué te gustó de las clases?

Equipo	Respuesta
L.A.	Fueron muy dinámicas, no fueron teóricas, fueron solo prácticas y esto nos gustó porque fue divertida la clase.
M.L.E.A.	La explicación y la intervención que hubo durante las clases y como se fueron dando poco a poco los temas, con respecto a los experimentos realizados.
B.B.G.	Nos gustó la parte experimental, fue divertido el observar y analizar las reacciones del refresco y las mentas en cada uno de los casos. Que la segunda actividad que realizamos se adaptó a lo que vivimos a diario.
LOL	Que fueron didácticos, que hubo interacción con los alumnos, no fueron nada aburridas. Que fue bueno el cambio de equipo porque conocimos a nuestros compañeros.
Los esquizofrénicos	Los experimentos y la compartición de puntos de vista.
Los guaps	Los temas tratados en las sesiones ya que fueron de gran interés. La convivencia con los alumnos del salón.

Discusión

Como puede apreciarse en la la Figura 5.5 el argumento prevaleciente en las respuestas de los estudiantes fue que las clases fueron divertidas lo cual puede ser interpretado de diversas maneras. Las clases modificaron positivamente la percepción que se tiene de las clases de física, regularmente clasificadas como aburridas por los alumnos. La clase no se enfocó en los procesos físicos involucrados en los experimentos sino en la metodología necesaria para resolver problemáticas.

Considero que el hecho de que las sesiones se enfocaran en actividades tan poco comunes en una clase de bachillerato, influyó en la percepción de los alumnos. La discusión se desvió hacia temas que no competían a la sesión, lo que mantuvo a los estudiantes entusiasmados.

Otra de las características que agradaron a los estudiantes fue la parte experimental. Uno de los equipos incluso respondió que le resultó agradable la total carencia de teoría.



Figura 4.5: ¿Qué te gustó de las clases?

Otra de las cuestiones agradables fue la convivencia entre los miembros de los equipos.

¿Qué no te gustó de las clases?

Equipo	Respuesta
L.A.	El cambio de equipo.
M.L.E.A.	No tanto que no nos gustara, si no que la parte un poco pesada, (realmente no) fue que teníamos que explicar, formular y preguntarnos nuestra hipótesis.
B.B.G.	Nada. Todo estuvo muy bien.
LOL	La organización de los equipos.
Los esquizofrénicos	Nuestros nombres de equipo. Pasar a explicar frente al salón.
Los guaps	No hubo mucha organización en el sentido de que en las prácticas hubo desorden.

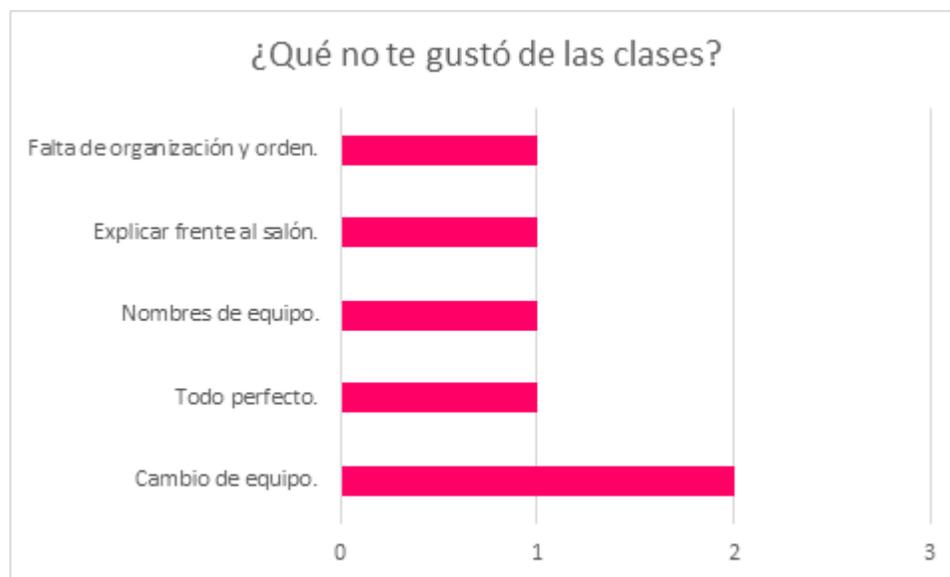


Figura 4.6: ¿Qué no te gustó de las clases?

Discusión

Como puede percibirse en la Figura 5.6, los puntos considerados desagradables por los alumnos se centraron en asuntos como el cambio de equipo y los nombres de equipos.

Sin embargo, uno de los equipos notó una carencia de control y organización en los experimentos y en las sesiones de clase. Cuestiones que sin duda alguna serán tomadas en cuenta para las posteriores sesiones. Sin permitir llegar al extremo en que los alumnos permanecen en sus lugares y solamente se movilizan y se comunican a petición del profesor.

Otro de los equipos respondió que le fue desagradable tener que explicar sus argumentos frente a la mirada inquisitiva de sus compañeros. Esto es común, sin embargo el realizar prácticas como esta permiten que los alumnos se familiaricen con las presentaciones en público y que pronto pierdan la timidez.

¿Qué aprendiste?

Equipo	Respuesta
L.A.	Una pequeña introducción al método científico y como se relaciona con la vida cotidiana.
M.L.E.A.	Que la ciencia y el método científico no solo se usan en experimentos, sino también en nuestra vida diaria, en cualquier conflicto, pregunta que nos hagamos, siempre necesitaremos un proceso para llegar a una solución y conclusión.
B.B.G.	Que el método científico lo utilizamos en nuestra vida diaria y que sin ser científicos podemos hacer ciencia.
LOL	El método científico y que la ciencia está en todos lados y que la usamos en la vida diaria sin ser científicos.
Los esqui-zofrénicos	Que en la vida cotidiana usamos el método científico y no solo en clases como solíamos pensar. A convivir con otros compañeros de salón y no solo con los amigos más cercanos.
Los guaps	Que cualquiera puede ser un científico y que la ciencia puede aplicarla cualquier persona en cualquier situación.

Discusión

Al final de las actividades realizadas por los equipos se llevó a cabo una discusión acerca de las ideas centrales del par de sesiones propuestas. El objetivo de las sesiones era precisamente que los estudiantes notaran que el método científico se relaciona con la vida cotidiana, tal y como resultó reflejarse en las respuestas dadas a la pregunta: “¿Qué aprendiste?” que se muestran en la Figura 5.7.

Sin embargo, es necesario tomar en cuenta la cronología en que se fueron sucediendo las distintas secciones de las clases. La evaluación final, de la que forma parte la presente pregunta fue realizada inmediatamente después de la discusión final donde el docente mencionó casi textualmente las respuestas descritas por los alumnos. De esta manera, considero que los estudiantes respondieron repitiendo aquello que el docente había mencionado, más allá de haber realizado un verdadero análisis sobre aquello que se había aprendido.

En esta práctica los estudiantes realizaron un experimento que diseñaron,



Figura 4.7: ¿Qué aprendiste?

seleccionaron las variables involucradas y las cantidades a utilizar, e hicieron una predicción de los resultados que obtendrían.

Tanto esta actividad, como la metodología y el responder un cuestionario acerca de los resultados obtenidos fueron experiencias para ellos. La experiencia que resultó más complicada para ellos fue la de resolver los cuestionarios. La pregunta que fue más difícil de responder fue el porqué no había resultado su predicción.

En esta práctica los estudiantes trabajaron de una manera muy distinta a la tradicional, en la que no tan solo son seguidores de indicaciones sino que tiene que emplear su iniciativa y creatividad, usando el método científico, es decir realizan una actividad en la que observan un fenómeno en condiciones que ellos mismos controlan y tratan de encontrar relaciones entre las variables.

4.4. Mi sopa está muy caliente, ¿qué hago?

4.4.1. Resultados de la Evaluación Inicial

¿Por qué se forma el rocío?

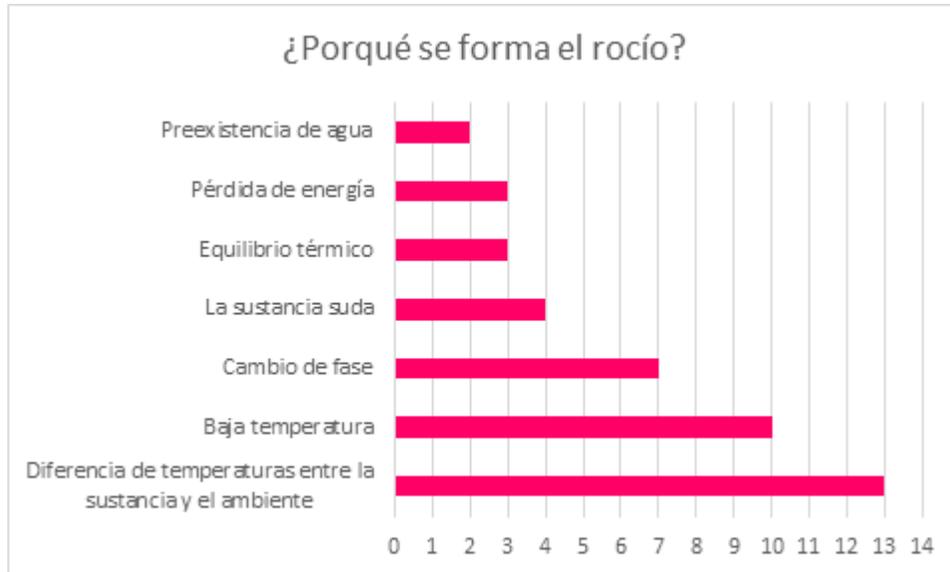


Figura 4.8: ¿Por qué se forma el rocío?

Discusión

Los resultados de la evaluación previa ponen en evidencia los conocimientos previos de los alumnos, estableciendo una serie de argumentos que justifican sus respuestas mostrados en la Figura 5.8.

Resulta interesante notar que el argumento mayormente utilizado está referido a la presencia de una diferencia de temperaturas entre la sustancia y el medio ambiente. La respuesta no especifica que tanta diferencia debe existir entre las temperaturas citadas ni cuál de las dos debe ser mayor.

Gran parte de los alumnos coincidió en que la temperatura debe ser baja, aunque no se especifica cuál de las dos temperaturas debe ser baja: aquella de la sustancia o aquella del medio ambiente. Tampoco se hace distinción entre los efectos que produciría una u otra temperatura baja.

Además, una parte significativa de los alumnos argumentó que se presentaba un cambio de fase, sin ahondar acerca de los estados entre los cuales

se produjo el cambio.

Todos los argumentos enlistados muestran las concepciones previas de los alumnos más o menos veraces, los cuales sirven de partida para la creación de conceptos físicos, sin embargo llaman la atención un par de argumentos que resaltan. A continuación expondré uno de ellos. Un porcentaje apreciable de los estudiantes cree que el rocío se debe a que la sustancia “suda”.

En términos menos coloquiales, el argumento podría reducirse a una idea de que las pequeñas gotas de rocío provienen de dentro de la sustancia. De dentro de la lata de refresco o de la hoja de un árbol. En realidad lo que sucede, es lo opuesto.

Según la física, las moléculas de agua que se condensan en las superficies mencionadas provienen del medio ambiente que contiene vapor de agua en cantidades variables. Por el equilibrio térmico el aire y el vapor de agua y las superficies están a la misma temperatura. Sin embargo la capacidad de emitir y absorber calor de las diferentes objetos es distinta, por lo que la superficie de una planta puede enfriarse más rápidamente que el aire. La cantidad de vapor de agua en el aire depende de la temperatura, cuando la temperatura disminuye en el aire próximo a la planta cierta cantidad del vapor de agua se condensa y se deposita en la superficie de la planta. De hecho el aire caliente puede contener mayor cantidad de vapor de agua.

Otro porcentaje de los alumnos piensa que las pequeñas gotas de agua formadas ya existían previamente. Esta es quizá la concepción menos acercada a la realidad física porque desecha toda idea de proceso, como el de formación de gotas de agua por condensación.

4.4.2. Hoja de experimentos. Resultados

¿Cuándo decido que la sopa está caliente? ¿Cuándo apago la flama?

Equipo	Respuesta
Sin nombre	Cuando empieza a hervir y observemos que salen burbujas de abajo del agua.
Taco de Suadero	Cuando empiece a hervir. Llega a un punto de ebullición considerable al consumo humano.
JB	Cuando empiece a sacar vapor quiere decir que ya está caliente.
Mr. Hot Dog	Cuando empieza a burbujear o sacar vapor.
6	Cuando el agua llegue a su punto de ebullición. Cuando salen burbujas y vapor del agua.
Marabmar	Cuando salen burbujas y vapor del agua (hervir) y las burbujas alcanzan una altura más grande.

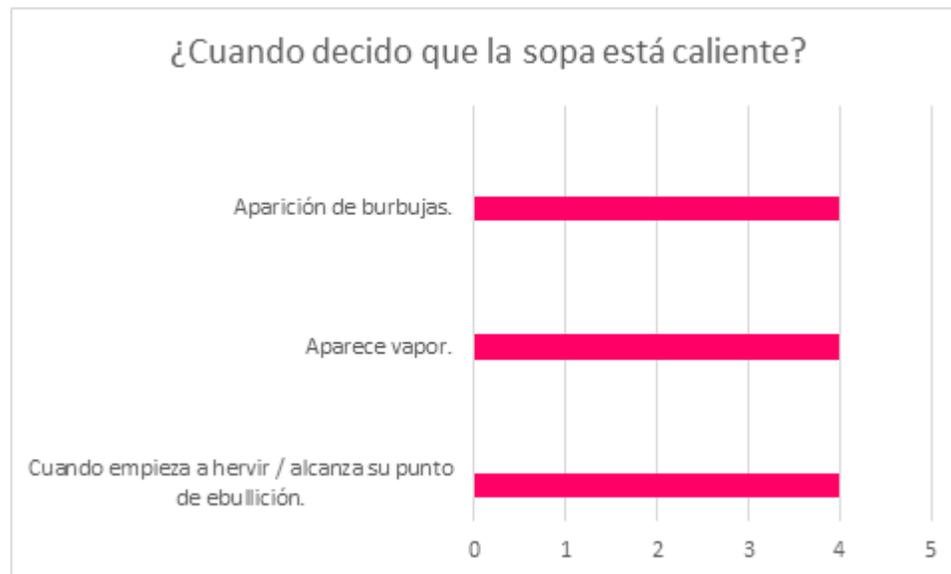


Figura 4.9: ¿Cuándo considero que la sopa está caliente?

Discusión

Las justificaciones que cada uno de los equipos presenta a sus respuestas a esta pregunta coinciden en gran parte como se aprecia en la gráfica de la Figura 5.9.

Los alumnos distinguen tres factores importantes para percibir una sustancia suficientemente caliente como para comerla. Los tres factores son consecuencia de la alta energía que contienen las moléculas de la sustancia y son los siguientes:

- El agua hierve.
- Aparecen burbujas.
- Aparece vapor.

Se dice que un líquido alcanza su punto de ebullición, es decir hierve, cuando la presión de vapor formado por la evaporación es igual a la presión atmosférica. De esta forma, se producen burbujas de vapor que ascienden en el líquido. Así, los dos primeros argumentos son equivalentes. Aunque es necesario hacer notar a los estudiantes que la ebullición es distinta a la evaporación de un líquido, la ebullición de un líquido ocurre a una temperatura dada que depende del líquido y la presión a la que se encuentra, mientras que la evaporación es un fenómeno que depende de condiciones meteorológicas tales como la temperatura, presión, humedad del aire, el viento.

La formación de vapor está presente en todo momento en sustancias que se encuentran en medios no saturados. Conforme se proporciona energía calorífica al sistema, la energía cinética de las moléculas aumenta, favoreciendo la aparición de moléculas con la suficiente energía para romper con sus enlaces y cambiar de estado.

Es muy interesante verificar que la mayor parte de los equipos considera que para que una sustancia esté suficientemente caliente para comerla es necesario que llegue a su punto de ebullición. No obstante, el agua a 100°C no es muy fácil de tomar, así es que se vuelve necesario realizar un enfriamiento posterior que habilite la sustancia para su consumo.

Viéndolo de esta manera, la energía que fue necesario introducir al sistema para llevarlo de esa temperatura “comestible” hasta el punto de ebullición, fue energía desperdiciada.

La pregunta sería: ¿Por qué entonces no se apaga antes? ¿Qué ha hecho que la idea de ebullición haya sido tan efectivamente instaurada en la física intuitiva de los alumnos?

La respuesta no puede ser enunciada con total certeza pero es probable que se deba al hecho de que la circulación de las burbujas favorece el calentamiento uniforme de la sustancia. Si esta circulación no se permite o se suspende antes de cierto tiempo mínimo, y la sustancia no se agita de ninguna otra manera, entonces es probable que haya zonas de agua caliente y zonas de agua más fría.

¿Por qué la apago ahí y no antes o después?

Equipo	Respuesta
Sin nombre	Porque suponemos que al hervir obviamente llega al punto de ebullición y por lo tanto no se calentará más, solo cambia de estado el agua.
Taco de Suadero	Es la temperatura que creemos adecuada para el experimento y nos dé tiempo de desarrollar los demás.
JB	Porque ya salió humo de la sopa entonces se apaga para que la sopa no se seque y contenga su estado natural.
Mr. H.D.	Porque si es después se cae la sopa o se quema y si es antes no se cuece bien y sabe fea.
6	Porque es el punto en que el agua está a mayor temperatura ya que ya no aumenta sino empieza el cambio a estado gaseoso.
Marabmar	También con solo meter el dedo sientas que no soportas mantenerlo dentro del líquido pues ya está muy caliente.

Discusión

Las respuestas a la pregunta anterior (Figura 5.10) permitieron observar que el conocimiento intuitivo de los alumnos da buenos resultados para el proceso de calentamiento de la sustancia.

La siguiente pregunta inquiriere acerca de las razones por las cuales se suspende la transferencia de energía. En general, las argumentaciones estuvieron mucho menos dirigidas a los comportamientos moleculares de las sustancias y en vez de ello, en las respuestas prevalecen otras razones mucho más cotidianas y coloquiales.

Solo dos de los equipos mencionaron que la temperatura no aumenta más allá del punto de ebullición y en vez de ello, solo se produce un cambio de



Figura 4.10: ¿Por qué en ese punto y no antes o después?

fase en la sustancia.

Otros tres equipos expusieron cuestiones más relacionadas con la práctica de la cocina. Uno de ellos respondió que la sopa se quema, otro expuso que el caldo se seca y otro juzga que la mejor manera de conocer si la temperatura es muy elevada es meter el dedo y sentir la temperatura.

El último de los equipos argumentó que de esa manera se asegura que el agua se mantenga a una buena temperatura para realizar todos los experimentos con la misma agua.

Ninguna de las respuestas mencionadas es incorrecta. En las primeras dos respuestas de: “se quema la sopa” y “se seca el caldo” se encuentra implícita la idea de cambio de fase del agua de la sopa.

¿Cómo crees que es la mejor manera de enfriar un líquido caliente (leche, agua, caldo, atole)? (Hipótesis Inicial)

Equipo	Respuesta
Sin nombre	Al cambiar de un vaso a otro teniendo en cuenta que ha de tener mayor altura para que pueda enfriar más rápido ya que tiene mayor contacto con el medio ambiente.
Taco de Suadero	Creemos que la manera más adecuada de enfriar es pasar el contenido de un vaso a otro. Ya que al estar en contacto con el ambiente las moléculas se mueven más rápido. Tendremos que verter de un vaso a otro a una distancia considerable ya que entre más este en contacto con el aire es más veloz su enfriamiento.
JB	En caso de la leche y agua podemos agregar un poco de la sustancia fría a temperatura ambiente para que se equilibre la temperatura y no esté tan caliente. Caldo y sopa sería moverle con una cuchara o así para que se enfríe. Atole, café, té sería vaciarlo de un vaso a otro hasta que llegue a una temperatura razonable y poderlo tomar.
Mr. H.D.	Pasando el líquido de un recipiente a otro.
6	Cuando el recipiente con líquido caliente lo metes dentro de otro con agua fría porque así es más rápido que se enfríe y se pueda comer.
Marabmar	Yo creo que cuando la sustancia se encuentra en un recipiente metálico y este es sumergido en agua con hielos o con agua fría sin que este rebase el nivel de altura del recipiente. Así, ir moviendo la sustancia para que todos los puntos toquen el metal frío y entregue su calor.

Discusión

La idea prevaleciente en los argumentos de los alumnos es la de pasar un líquido de un recipiente a otro como se muestra en la Figura 5.11. Sin

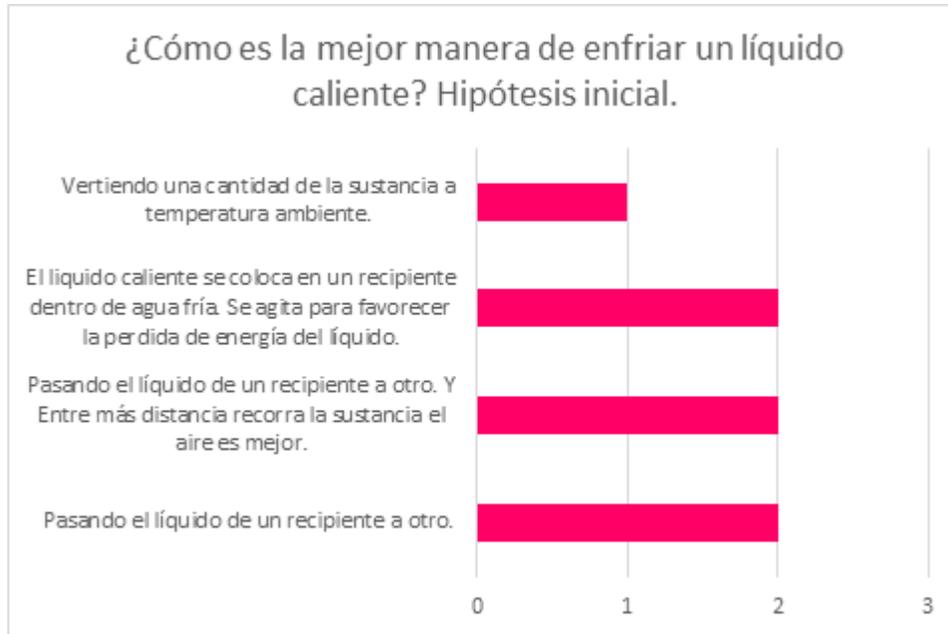


Figura 4.11: Hipótesis inicial sobre la mejor manera de enfriar un líquido

embargo, solo la mitad de los alumnos que opinaron esto, hicieron énfasis el enfriamiento era mejor entre mayor era la altura a la que se deja caer el líquido. En este caso, se aumenta la superficie del líquido en contacto con el aire, lo que favorece el cambio de fase y por ende el enfriamiento de la sustancia.

Otra respuesta muy interesante fue la de colocar el recipiente con la sustancia caliente dentro de otro con agua muy fría y agitar el líquido caliente para favorecer la pérdida de energía del agua. Es interesante notar la creatividad de esta respuesta por ser menos obvia que la anterior.

Una respuesta recurrente fue la de verter agua a temperatura ambiente dentro de aquella más caliente. La respuesta no es incorrecta, de hecho es un excelente método para conseguir el efecto deseado pero en este caso se aumenta la masa del sistema, lo cual no estaba considerado, dado que el experimento se refiere al proceso de evaporación.

La razón por la cual esta respuesta no era válida era porque el fenómeno físico involucrado en este proceso no es el que se deseaba explorar con la práctica.

¿Cuál es la mejor manera en que se enfría el agua?

Equipo	Respuesta
Sin nombre	La de mezclar el agua en dos vasos a altura considerable.
Taco	Pasarlo de un lado a otro.
JB	Vaciando un poco de agua fría a la caliente para que se equilibre la temperatura y te sea más rápido y eficaz.
Mr. Hot dog	Por medio de pasar el agua de un recipiente al otro.
6	Agregar agua fría a la caliente.
Marabmar	En un recipiente metálico con la sustancia meterlo a agua con hielo o agua fría, mover la sustancia para que todos sus puntos toquen e metal frío.

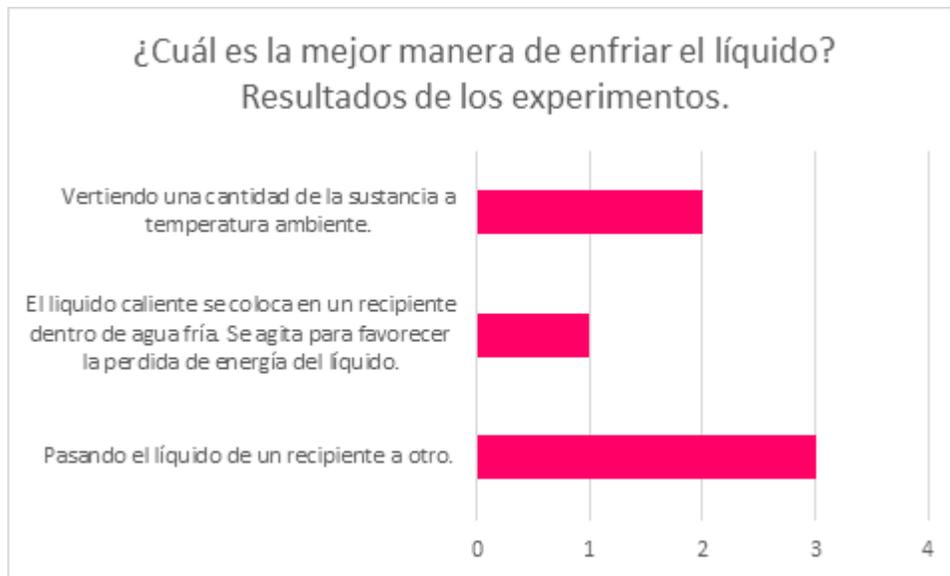


Figura 4.12: Después de los experimentos, ¿cuál fue la mejor manera de enfriar el líquido?

Discusión

La pregunta de la tabla “¿Cuál es la mejor manera en que se enfría el agua?” se realiza al concluir los experimentos que se llevaron a cabo en las

sesiones. La intención es que se obtenga una respuesta sobre la mejor manera de enfriar un líquido argumentando con base en los resultados obtenidos por los equipos y los argumentos utilizados pueden verse en la Figura 5.12.

A pesar de que no estaba permitido verter agua fría dentro de la caliente, esta sigue apareciendo como una buena forma de enfriar el agua.

¿Por qué es la mejor manera de enfriarla? ¿Qué sucede?

Equipo	Respuesta
Sin nombre	Ya que entra en contacto con el medio ambiente, lo cual regula su temperatura y al llegar al vaso pierde más temperatura.
Taco	Porque en menor tiempo se enfría más rápido y es más sencillo el método, ya que tiene contacto con el aire del ambiente y podemos concluir que nuestra hipótesis es cierta. Ya que el agua se enfría más rápido porque tiene contacto con el ambiente.
JB	Porque llega a un punto de equilibrio de temperatura más rápido además de muy eficaz no perdemos mucho tiempo y es seguro. Depende de la cantidad de agua y de su temperatura entre menor sea habría un equilibrio más rápido.
Mr. H.D.	Porque nos tardamos menos en enfriar el agua. Ya que la superficie de contacto del agua con el aire es mayor y por lo tanto el agua pierde energía más rápido ya que el aire tiene una menor temperatura.
6	Porque lo hicimos en menos tiempo.
Marabmar	El metal al ser un buen conductor (enfría y se calienta rápido) al meterlo en agua fría este entrega su calor rápidamente quedando así a la temperatura del agua (nivelados) por lo tanto la sustancia al ser movida dentro del recipiente metálico los puntos de la sustancia (todos) tocarían el metal frío, entregando así su calor. Otra forma efectiva, pero no tanto sería: Pasar el líquido de un recipiente a otro dejando una distancia para que la sustancia tenga contacto con el ambiente, pero lo que influiría aquí como factor externo sería que solo funcionaría siempre y cuando hiciera frío, pues si hace calor el líquido no enfriaría lo suficiente.

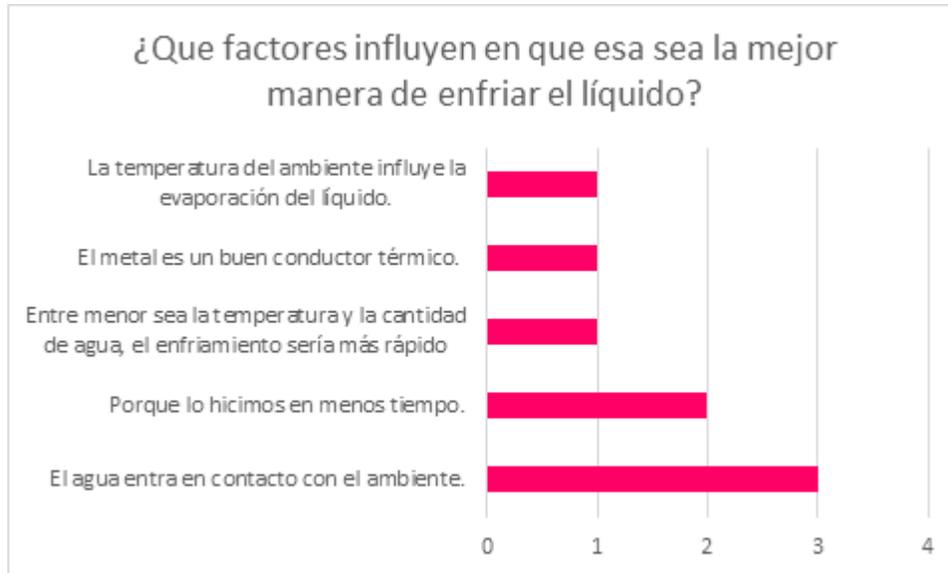


Figura 4.13: ¿Por qué es la mejor manera de enfriarlo?

Discusión

Una de las razones más mencionadas para justificar la respuesta a la pregunta ¿Por qué es la mejor manera de enfriarlo? es que el agua caliente entra en contacto con el ambiente y por tanto con un medio a menor temperatura. Además uno de los equipos menciona que entre menor sea la temperatura del ambiente, la sustancia se enfriará más rápidamente. Todos los argumentos se muestran en la Figura 5.13.

Otro factor que los estudiantes consideran importante es la cantidad del agua.

Otro factor a considerar es el de la temperatura del agua. Mientras menor sea la temperatura, el proceso de enfriamiento será más sencillo.

Los tres argumentos expuestos corresponden a la realidad física percibida y muestran que los estudiantes tienen una visión bastante completa acerca de los factores que se requieren para llevar a cabo un enfriamiento. No se ahonda en la explicación de porqué dichos factores son importantes.

4.4.3. Evaluación diagnóstica. Resultados

¿Por qué se seca la ropa cuando la tiendes al sol?

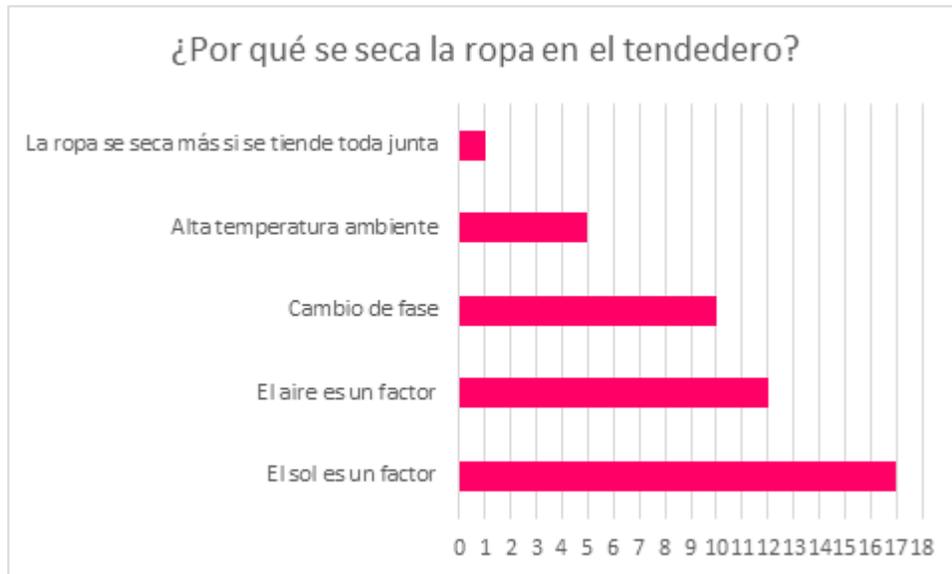


Figura 4.14: ¿Por qué se seca la ropa en el tendedero?

Discusión

Los argumentos utilizados por los estudiantes son mostrados en la Figura 5.14. El factor más mencionado en el proceso de secado de la ropa es el calor del Sol. Como segundo factor con más menciones se encuentra el aire. Para los estudiantes es necesaria la presencia del sol que con sus rayos seca la ropa, pero también concluyen que el aire es también un factor importante en días con poco sol.

Un porcentaje de los pupilos considera que se verifica un cambio de fase cuando se seca la ropa. Además de ello, un grupo considera que es necesaria una alta temperatura ambiente para que el secado se produzca. Este argumento está altamente relacionado con aquel de la presencia del Sol y muestra que para los estudiantes el factor más importante es el de una alta energía radiante del sol.

En un día nublado, ¿se seca la ropa? ¿Sí, no?

Las respuestas a esta pregunta estuvieron muy equilibradas entre quienes piensan que sí se seca y los que piensan que no. 13 personas respondieron que sí se seca la ropa en los días nublado, mientras que 11 respondieron que no.

A continuación se muestran las razones que los estudiantes citaron en ambos casos.

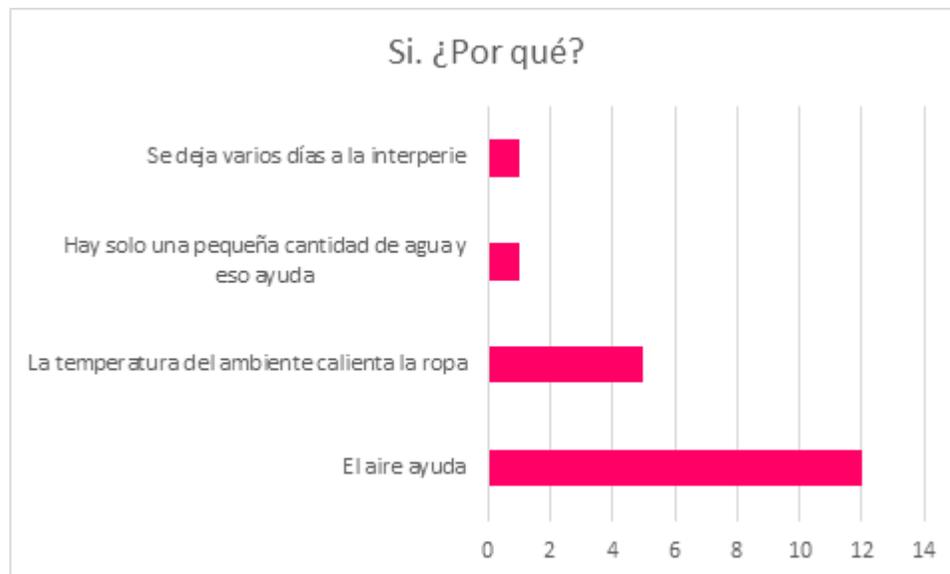
Sí se seca la ropa porque...

Figura 4.15: Sí se seca la ropa porque...

Discusión

La mayoría de los estudiantes piensa que la ropa sí se seca en los días nublados y como factor más importante en su secado se menciona la presencia de aire (Figura 5.15). Otra variable importante es la temperatura ambiente, que aunque suele ser más baja que en los días soleados, también favorece el proceso. La distinción entre los días nublados y los días soleados es el tiempo que toma al agua evaporarse por completo.

Uno solo de los discentes percibe que el hecho de que la ropa posea solo una pequeña cantidad de agua es una situación importante que agiliza el secado de la ropa.

Uno de los estudiantes piensa que si se deja varios días a la intemperie es posible que la prenda se seque. Este argumento no toma en cuenta el efecto de condensación que se produce en la prenda por las usualmente bajas temperaturas de las noches nubladas.

No se seca la ropa porque...

Los alumnos que piensan que la ropa no se seca en los días nublados argumentan que:

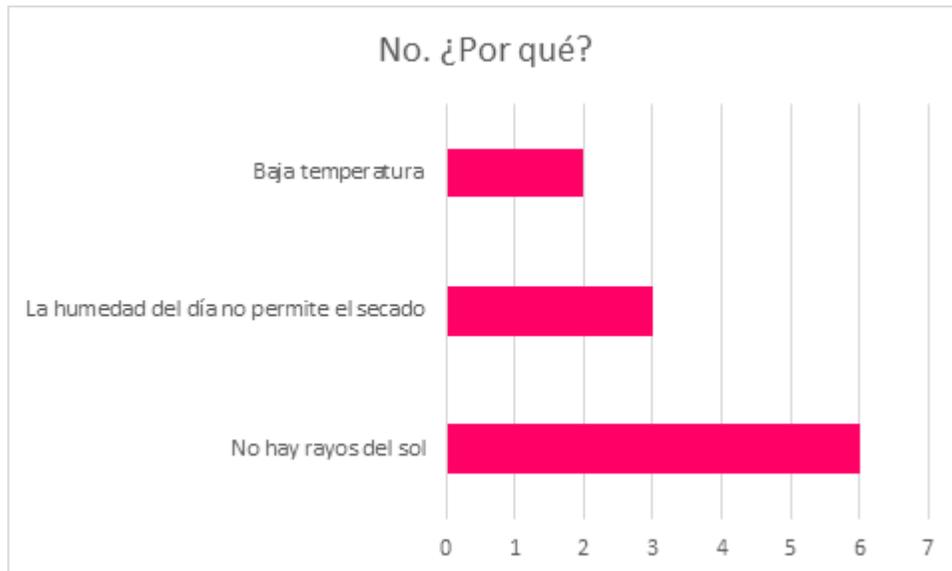


Figura 4.16: No se seca la ropa porque...

Discusión

Entre aquellos que afirmaron que el agua no se evapora en los días nublados la mayoría argumentó que este hecho se debe a la carencia del calor del sol. Esta respuesta fortalece la idea que tienen los alumnos de que el sol es necesario para secar la ropa y que puede visualizarse en la Figura 5.16.

Otro factor importante mencionado es que hay presencia de humedad en el ambiente en los días nublados y esto no favorece el secado. Como hay

mucho vapor de agua en el aire y la temperatura es baja, es más probable que se presente condensación que evaporación. Por tanto la ropa no se seca.

La tercera variable mencionada que evita el secado de la ropa es la baja temperatura ambiental.

¿Qué tiene que pasar para que el agua se evapore?



Figura 4.17: ¿Qué tiene que pasar para que el agua se evapore?

Discusión

La serie de tres preguntas formuladas a continuación fueron realizadas bajo la hipótesis de que los estudiantes pensarían que la única manera de generar el proceso de evaporación es hacerla llegar al punto de ebullición. Considerando que la mayor parte de los estudiantes respondiera de esta manera, las siguientes dos preguntas están intencionadas para producir un conflicto cognitivo al presentar el caso del agua de mar.

El agua de mar nunca llega a los 100°C necesarios para llegar al punto de ebullición a presión atmosférica, por lo que los estudiantes se verían envueltos en un dilema entre sus concepciones previas y el caso del agua de mar, si es que los alumnos confunden el fenómeno de ebullición con el de evaporación.

La respuesta predominante no resultó ser como se esperaba (véase Figura 5.17) ya que a pesar de que la mayoría de ellos considera que es necesario un calentamiento, muy pocos especificaron en qué medida se debe producir el calentamiento citado. Sin embargo, los pocos que detallaron el grado de calentamiento citaron el punto de ebullición de alguna u otra manera. Una

parte de este grupo menciono que se debe de llegar al punto de ebullición.

La otra parte indica que la temperatura debe de elevarse más allá del punto de ebullición, lo que es imposible físicamente porque cuando el agua ebulle, su temperatura no crece más allá. Cualquier energía posteriormente añadida se invierte en dotar a las moléculas de suficiente energía cinética para realizar un cambio de fase.

Solo uno de los estudiantes establece como condición necesaria el aumento de energía de las moléculas del agua.

¿Cuál es el ciclo del agua?



Figura 4.18: ¿Cuál es el ciclo del agua?

Discusión

La mayor parte de los estudiantes opina que el ciclo del agua está compuesto por básicamente tres procesos: evaporación, condensación y precipitación como puede verse en la figura de la página 113. Es probable que este tipo de preguntas de tipo repetitivo y memorístico haya sido bien respondida por la mayor parte del alumnado por la misma formación de corte trasmisivo de la educación.

Unos pocos alumnos mencionaron las fases de la materia. Las demás respuestas, argumentadas por un alumno cada una, sostienen una idea de filtración del agua en las distintas capas de la superficie terrestre.

Una de las respuestas destaca por la complejidad del vocabulario utilizado. Es probable que el estudiante que haya respondido eso haya hecho uso de un teléfono celular con acceso a internet y así haya logrado obtener una definición tan concisa. También es probable que el estudiante lo haya podido resolver por si mismo ya que en las demás preguntas logro desarrollar argumentos bastante buenos.

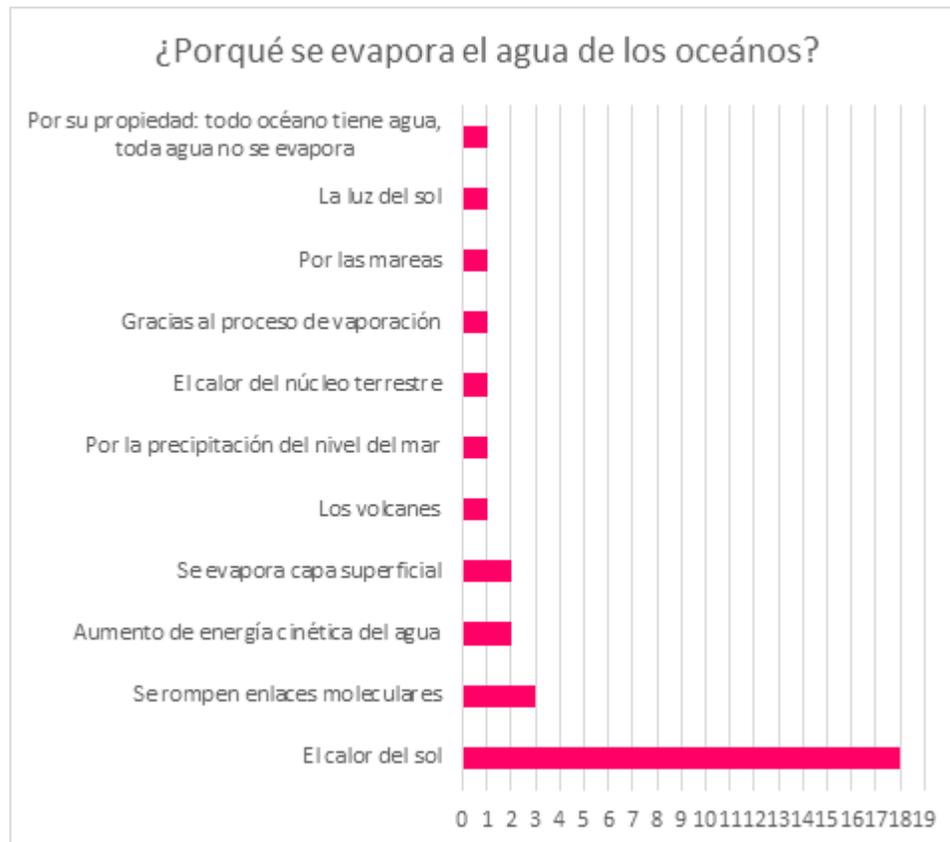
¿Por qué se evapora el agua de los océanos?

Figura 4.19: ¿Por qué se evapora el agua de los océanos?

Discusión

La mayor parte de los estudiantes comenta que el calor del sol es el factor más importante en la evaporación del agua de los océanos. Sin embargo, ninguno hace énfasis en la manera en que dicho proceso se lleva a cabo, ni plantea el problema que representa que el agua no llega a su punto de ebullición como puede verse en la página 114.

Existe aún otro argumento que expone que la luz del sol es el factor importante en la evaporación. Es sutilmente diferente al anterior, pero podría ser señal de que el estudiante posee un conocimiento de la fenomenología

física involucrada en el proceso que es más profundo que el de la mayor parte de sus compañeros.

El calor del sol llega radiado por el sol desde el espacio. La luz visible que nos permite ver a nuestro alrededor es solamente una parte del espectro electromagnético radiado por las violentas reacciones nucleares que se llevan a cabo en la estrella. Dentro de ese espectro se encuentra cierto porcentaje de radiación infrarroja, responsable del calentamiento de los cuerpos.

Aún hay otra respuesta destacable que señala que para que se produzca el proceso de evaporación es necesario que se rompan los enlaces intermoleculares de la sustancia. Dicho enunciado está relacionado directamente con el aumento en la energía cinética de las moléculas de agua del mar y por tanto con la temperatura de la sustancia.

Algunos alumnos mencionaron varios de los citados razonamientos juntos en una sola respuesta. De esta forma es apreciable que varios de los estudiantes tienen ideas considerablemente buenas acerca de las descripciones teóricas del fenómeno.

Un par de ocasiones se destacó el hecho de que la capa superficial es la única que cambia de fase, lo cual es una observación muy significativa.

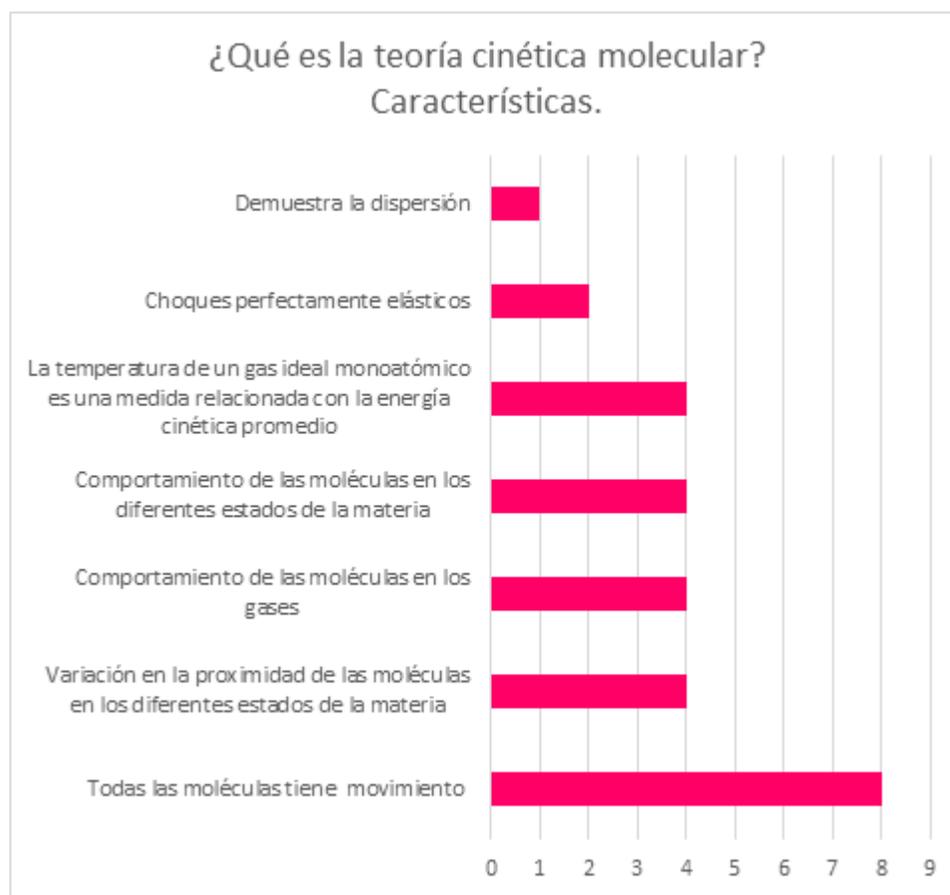
¿Qué es la teoría cinética molecular?

Figura 4.20: ¿Qué es la teoría cinética molecular?

Discusión

La característica más veces mencionada en la teoría cinética molecular es que “todas las moléculas tienen movimiento” como puede verse en la Figura 5.20. Es posible que se haya mencionado tantas veces porque el título de la teoría es bastante descriptivo y para los estudiantes fue sencillo relacionar los significados de las palabras para generar una explicación.

Algunos alumnos mencionaron que la temperatura es una medida de la variación de la energía cinética de las moléculas, aunque en términos mucho

más coloquiales y de acuerdo a su vocabulario propio.

Una parte del grupo de alumnos adujo que la teoría tendría algo que ver con los gases, pero sin proporcionar más información. Los estudiantes no cuentan con los medios para responder de una manera más profunda.

A pesar de las imprecisiones presentes en las explicaciones ofrecidas por los discentes, todas guardan algún grado de correspondencia con las descripciones establecidas por la teoría.

4.4.4. Evaluación final. Resultados

¿Qué sucede cuando sale vapor de la comida caliente, del agua caliente de la regadera? ¿Por qué sale vapor?

Discusión

El objetivo de la retroalimentación final es conocer los efectos de la instrucción propuesta en el salón de clases. Su utilidad radica en su capacidad para observar las deficiencias y los aciertos de la estrategia utilizada. Las respuestas que se presentaron a esta pregunta específica son una muestra clara de las posibilidades de mejora que la evaluación final ofrece al docente.

El argumento más popular fue el de el rebase o la salida de las moléculas de agua de la interfaz que divide al agua del aire circundante.

Para describir el fenómeno de la evaporación se hizo uso de los siguientes dos diagramas que muestran gráficamente dos instantes importantes dentro del proceso que ocurre de manera superficial en los líquidos.

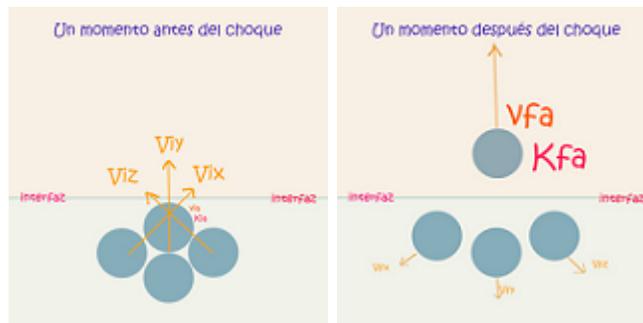


Figura 4.21: Antes/Después del choque

La explicación giró en torno al hecho de que los choques generados por las moléculas en la sustancia tienen como consecuencia que algunas de las moléculas adquieren suficiente energía cinética para romper los enlaces presentes entre las moléculas y así pasar a la fase vapor.

Considero que la razón fundamental de las confusiones con el modelo fue el hecho de utilizar dos escalas de observación en el mismo diagrama. Por un lado se muestra el agua desde el punto de vista macroscópico y se muestra la interfaz señalada en letras rosa mexicano. Adicionalmente, se incluye una vista microscópica que permite observar las moléculas del líquido.

Además a este diagrama se utilizaron un par de pelotas de golf para mostrar el efecto de la conservación del momento lineal por la colisión elástica. A la mitad del pizarrón se encontraba un tornillo que lo dividía. Dicho tornillo



Figura 4.22: Después del choque

era la interfaz y los choques entre las pelotas se producían de modo que una de ellas la rebasaba y la otra no.

El uso de los modelos físicos no fue el más adecuado ya que la mayor parte de los estudiantes la describieron como el proceso de rebasar un límite físico por el efecto de la colisión. Una mejor descripción hubiera sido la de rebasar un umbral de energía que produce el cambio de estado, lo que se incluyó también en la descripción realizada en clase.

El segundo argumento fue el del choque de las moléculas, lo cual es claramente relacionado con la explicación presentada en la sesión teórica.

Algunos otros estudiantes postularon que se producía un aumento de la energía, pocos hicieron distinción entre el tipo de energía que variaba en la sustancia. Aquellos que lo distinguieron señalaron que la energía que se modifica es la energía cinética de las moléculas. Un par de veces se mencionó que se transfería calor, es decir un tipo de energía, aunque los alumnos no comentaron nada acerca de esta clasificación.

La sesión tenía como uno de sus objetivos principales el señalar la fundamentación teórica que describe a la evaporación como un proceso de enfriamiento de una sustancia. A pesar de que no muchos de los alumnos lo mencionaron explícitamente, para la mayoría fue claro que debía existir un intercambio de energía entre las moléculas de la sustancia. De esta forma,

el objetivo se cumplió en gran medida.

Solo un par de personas notaron que era importante la diferencia de temperaturas existente entre el medio y la sustancia.

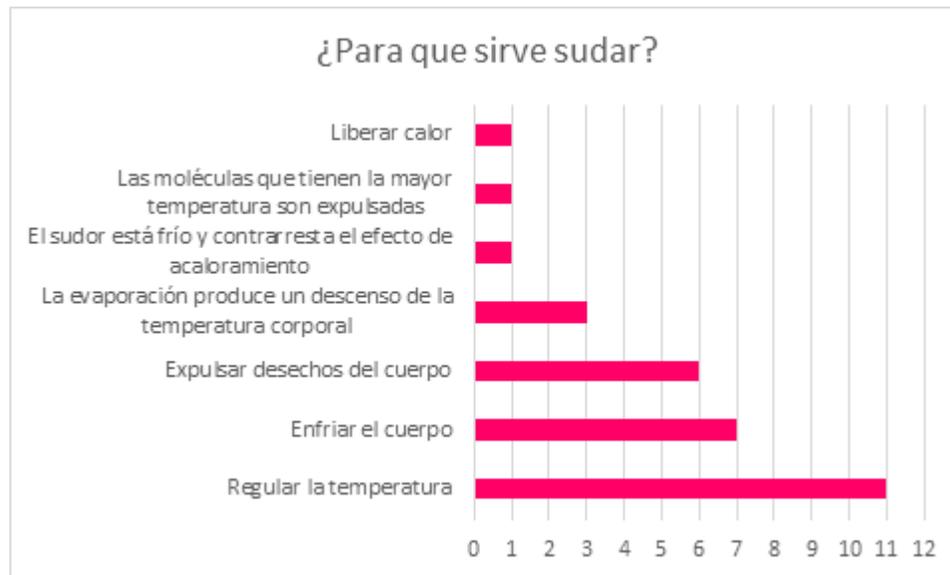
¿Para qué sirve sudar?

Figura 4.23: ¿Para qué sirve sudar?

Discusión

Las respuestas predominantes en esta y la siguiente pregunta fueron la de la sudoración como un proceso de regulación de la temperatura corporal como se ve en la página 121. Una parte de los individuos señala que es un proceso de enfriamiento del cuerpo. Una parte menor ahonda en la causa del descenso en la temperatura, señalando a la evaporación como el proceso de pérdida de energía responsable del decremento.

El último razonamiento es el que demuestra una mayor profundidad en la comprensión del fenómeno y era una de los resultados de aprendizaje que se buscaba alcanzar. Pocos estudiantes fueron capaces de mencionarlo.

Existe otra respuesta recurrente que no tiene nada que ver con el cambio de fase presente en la sudoración. Es una respuesta de corte mucho más empírico que tiene que ver con el hecho de la sudoración como una manera de expulsar desechos minerales del cuerpo.

¿Por qué los perros sacan su húmeda lengua cuando están acalorados o cuando corrieron mucho?



Figura 4.24: ¿Por qué los perros sacan su húmeda lengua cuando están acalorados o cuando corrieron mucho?

Discusión

El argumento mayoritariamente ofrecido por la población bajo estudio fue el de la regulación de la temperatura, pero pocos explicitaron las razones por las cuales se produce el descenso mencionado y visualizado en la figura de la página 122. Los únicos que hicieron alguna distinción en el proceso fueron aquellas mismas personas que la hicieron en la pregunta anterior.

Otro porcentaje significativo comentó que el aire fresco les enfría la lengua produciendo un efecto refrescante.

4.5. Los pelos parados

4.5.1. Evaluación a

¿Por qué te dan toques?

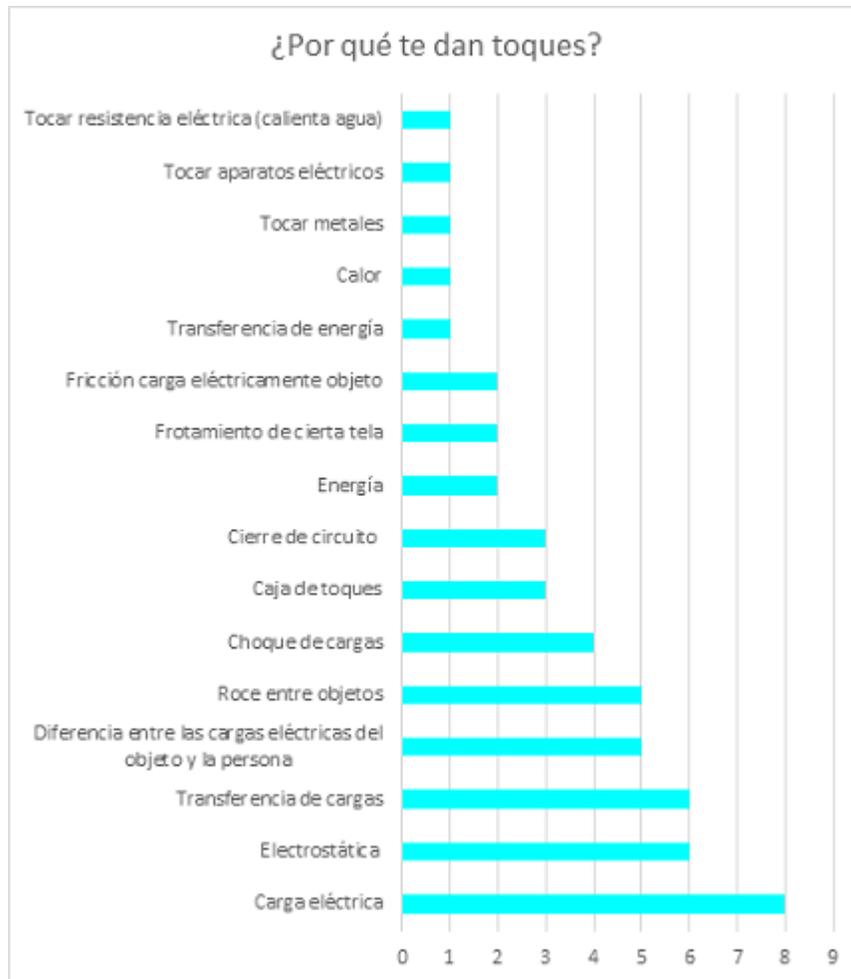


Figura 4.25: ¿Por qué te dan toques?

Discusión

La mayor parte de los estudiantes cita argumentos que cuentan con cierto grado de validez, mencionando conceptos físicos relacionados con el fenómeno analizado como la *carga eléctrica* y la existencia de una *diferencia de cargas* (véase Figura 5.25 en la página 123). Una buena parte de ellos menciona incluso que es necesario que se verifique un roce, frotamiento o choque entre cargas. Sin embargo, los argumentos analizados no son utilizados como una descripción de los procesos involucrados en el fenómeno, y no permiten ver la profundidad con la que los estudiantes conocen el tema. Al contrario, los discentes enlistan los conceptos de manera aislada uno de otro, sin relación.

¿Por qué si te frotas un globo a la cabeza se pega a la pared?

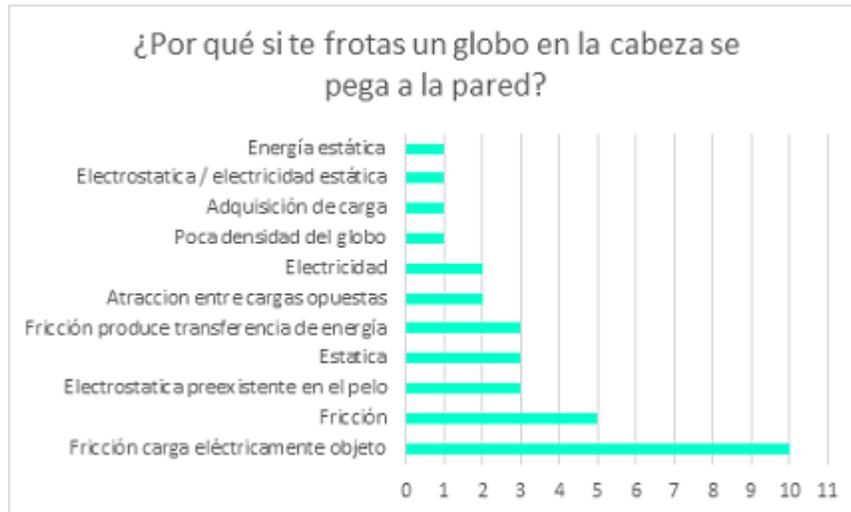


Figura 4.26: ¿Por qué si te frotas un globo a la cabeza se pega a la pared?

Discusión

La mayor parte de los alumnos reconocieron en la fricción a la responsable de cargar eléctricamente el globo permitiéndole pegarse a la pared. El profesor preguntó a los estudiantes acerca de que sucede una vez que el globo esta cargado y que tiene que ver la pared con todo este fenómeno. Algunos de ellos respondieron que las cargas opuestas se atraen y las cargas iguales se repelen. Este concepto es correcto y la mayor parte de los que lo conocían lo enunciaron de memoria.

El hecho de que los estudiantes conocieran esta ley de la física ayudo a que algunos de ellos dedujeran que para que se verificase una atracción eso debía significar que la pared tendría una carga opuesta a la del globo.

Los alumnos lograron así una deducción lógica con base en sus conocimientos previos de la física. Este es el principio básico del constructivismo. En este punto de la lección, el profesor proporcionó a los estudiantes el nombre correcto para el fenómeno que se verificaba con la atracción electrostática del globo, es decir, la "Inducción Electrostatica".

Así mismo se desarrollaron discusiones guiadas acerca del concepto de carga eléctrica que los alumnos conocían. Al final de las discusiones, los

estudiantes mismos anotaron las características principales del concepto de carga eléctrica relacionando la información en el pizarrón.

Tomando como base toda esta información permitió que para los alumnos fuera más sencillo explicarse las actividades que siguieron en lo que restaba de las sesiones.

¿Qué es la carga eléctrica?

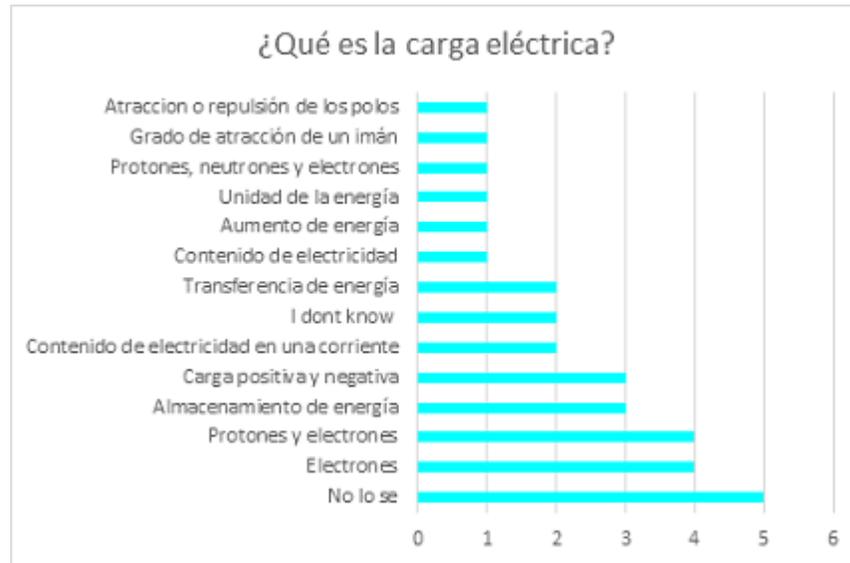


Figura 4.27: ¿Qué es la carga eléctrica?

Discusión

La experiencia de los alumnos para contestar preguntas conceptuales es limitada y recurren a respuestas poco elaboradas y poco detalladas, lo que revela que ellos no han comprendido conceptos como energía eléctrica, carga y trabajo. Sin embargo, al realizar las diferentes prácticas de esta secuencia didáctica, los alumnos comenzaron a asociar la energía y las cargas y a hablar de cargas fundamentales como el electrón y el proton, como constituyentes de la materia (Figura 5.27).

Asimismo es singular notar que en varios de los argumentos citados los estudiantes hacen referencia a la *energía*, relacionandola con la carga. Otro grupo de alumnos hablan acerca de electrones y protones, reconociéndolos como componentes naturales de dos distintos tipos de carga.

¿Cómo puedes cargar eléctricamente un objeto?

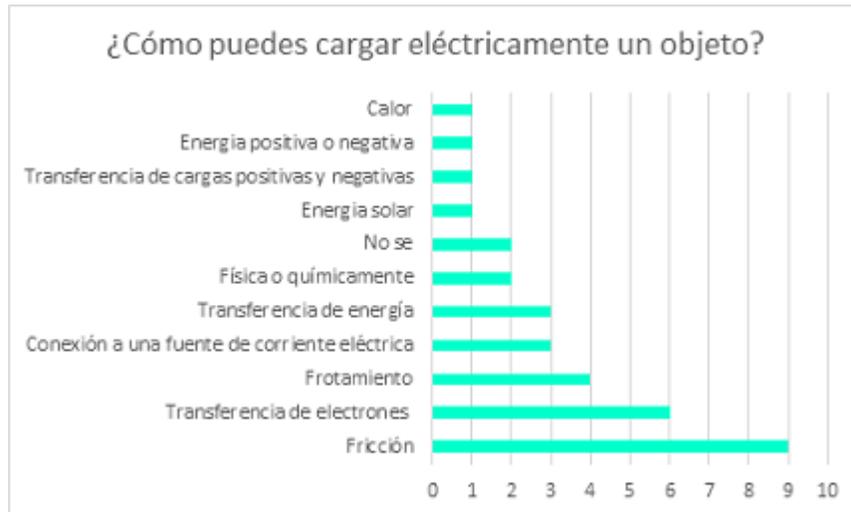


Figura 4.28: ¿Cómo puedes cargar eléctricamente un objeto?

Discusión

La mayoría de los estudiantes cita a la fricción como el proceso responsable de la carga eléctrica de un objeto, a través de una transferencia de electrones o de *energía* (véase página 128). Ninguno de ellos menciona nada acerca de la inducción electrostática, ni de la transferencia de cargas por contacto. Sin embargo, es valioso resaltar que algunos de ellos alcanzan a distinguir que es posible cargar eléctricamente un objeto ya sea por medios físicos o por medios químicos. Esto permite observar que al menos este pequeño grupo de muchachos han logrado comprender algunos de los vínculos que existen en las diferentes materias que estudian en la escuela.

En la sesión se hizo uso de la actividad clásica de frotar un globo en el pelo para después pegarlo a la pared. Con ayuda de esta experiencia práctica y basado en los conocimientos previos de los alumnos, se logró deducir en grupo el concepto de inducción electrostática. Si bien el concepto nunca fue nombrado como tal, la ley de las cargas eléctricas ayudó a los estudiantes a comprender lo que generaba la atracción entre el globo y la pared.

Así mismo, las experiencias previas que los alumnos tenían en relación con las descargas eléctricas ayudaron a describir la otra manera de car-

gar/descargar un objeto. De esta manera, los estudiantes construyeron nuevos conocimientos a partir de lo que ellos ya conocían previamente.

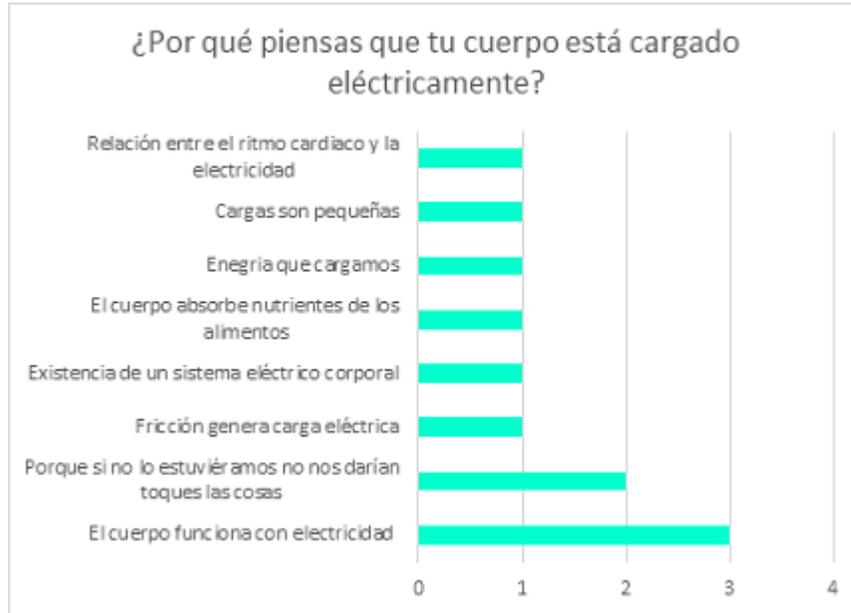
¿Por qué piensas que tu cuerpo está cargado eléctricamente?

Figura 4.29: ¿Por qué piensas que tu cuerpo está cargado eléctricamente?

Discusión

En esta pregunta es notorio observar que las concepciones previas de los alumnos son recurrentemente utilizadas para tratar de describir los distintos fenómenos físicos que se les piden. La mayor parte de los estudiantes reconoce el hecho de que las interacciones nerviosas son producto de procesos eléctricos, de modo que la respuesta más veces mencionada fue ésta (Figura 5.29). Algunos alumnos no tuvieron elementos para contestar esta pregunta, pero el hecho de plantearla los llevó a reflexionar sobre algunos fenómenos nerviosos relacionados con cargas eléctricas.

4.6. ¿Por qué el cielo es azul?

4.6.1. Evaluación inicial

¿Existe la posibilidad de percibir con tu vista en todos y cada uno de los planetas del Sistema Solar?

Imagina que tienes el poder de viajar a cualquier planeta del sistema solar con un avanzado traje de astronauta que te protege y garantiza tu supervivencia en ese planeta. Un día, aburrido de la ciudad, decides viajar a un planeta perteneciente a otro sistema solar, a millones de años luz de aquí. Como ese te aburre, viajas a otros tantos sistemas solares. ¿Podrías ver en todos los planetas?



Figura 4.30: ¿Podrías ver en todos los planetas?

Discusión

Como se puede apreciar en la Figura 5.30, casi dos terceras partes del alumnado piensan que es posible percibir con la vista sin ninguna restricción.

Nuestra vista es capaz de percibir un grupo muy específico de ondas electromagnéticas, ubicadas en el espectro denominado (con mucha originalidad) “visible”. El espectro visible es una porción muy pequeña de la totalidad del espectro electromagnético, pero resulta importante para nosotros porque nuestro Sol emite una gran cantidad de ondas electromagnéticas

en ese segmento de frecuencias. Si nuestro Sol fuese distinto, ya sea por su composición, tamaño o edad, las ondas emitidas serían igualmente de frecuencias y amplitudes distintas de modo que nuestra vista –adaptada al espectro visible presente en nuestro planeta– sería incapaz de percibir rasgo alguno.

Así, la mayor parte de los alumnos respondieron incorrectamente a esta interrogante.

Si. ¿Por qué?



Figura 4.31: Si podrías ver en todos los planetas porque...

Discusión

La Figura 5.31 muestra los argumentos utilizados por los estudiantes en sus respuestas. La mayoría de ellos no encuentra ninguna razón para no poder percibir con la vista naturalmente, sin restricción alguna. Otra respuesta importante fue que la percepción se veía alterada pero permanecía siendo útil para distinguir rasgos formales de la materia.

A diferencia de las otras preguntas planteadas en las demás secuencias didácticas los alumnos no tienen experiencias previas, por lo que la mayoría de los alumnos contestaron que la visión no se ve afectada. En contraste, y reafirmando lo dicho, la misma experiencia real de los estudiantes en su

vida diaria les llevó a responder que la enorme distancia con el sol no le permitiría a la estrella alumbrar un planeta tan distante.

Si bien, las respuestas no fueron satisfactorias desde el punto de vista de la validez teórica de las mismas, ayudan a percibir que los estudiantes hacen un amplio uso de sus conocimientos empíricos previos. Así se proporciona un terreno fértil para el constructivismo ya que se basa precisamente en estos conocimientos preexistentes.

No. ¿Por qué?

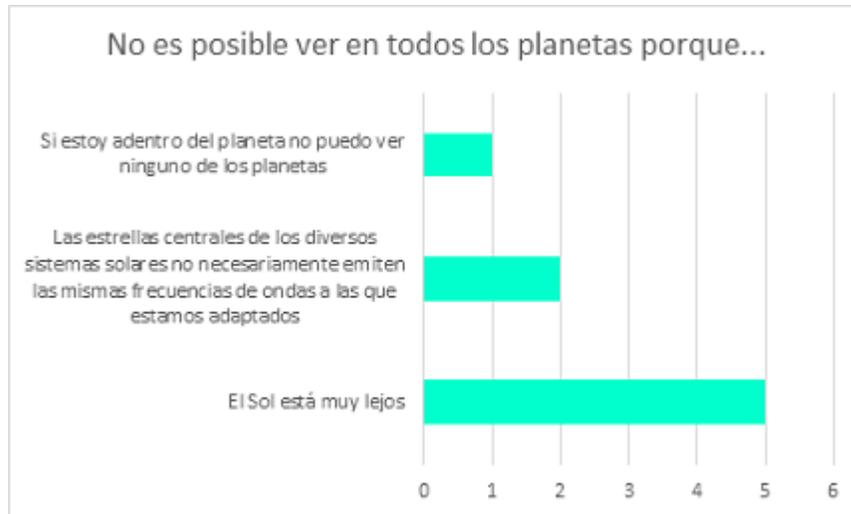


Figura 4.32: No podrías ver en todos los planetas porque...

Discusión

En la Figura 5.32 se encuentran enlistadas las apariciones de los distintos argumentos utilizados en las respuestas de los estudiantes. La respuesta prevaleciente fue que el Sol, nuestro Sol, se encontraría muy lejos como para alumbrar cualquier cosa en otros planetas. Esta respuesta permite vislumbrar la errónea idea generalizada en los alumnos de que nuestro Sol es el único de todo el Universo.

Un par de personas respondieron que si la estrella era más vieja era posible que la luz emitida fuese diferente y por tanto no sería posible percibir normalmente con nuestra vista. Esta era la respuesta correcta.

Existe una respuesta que por su naturaleza desconcertante es importante mencionar. Una estudiante respondió que si se encontraba en medio del planeta, no era posible ver nada.

¿Por qué el cielo es azul?

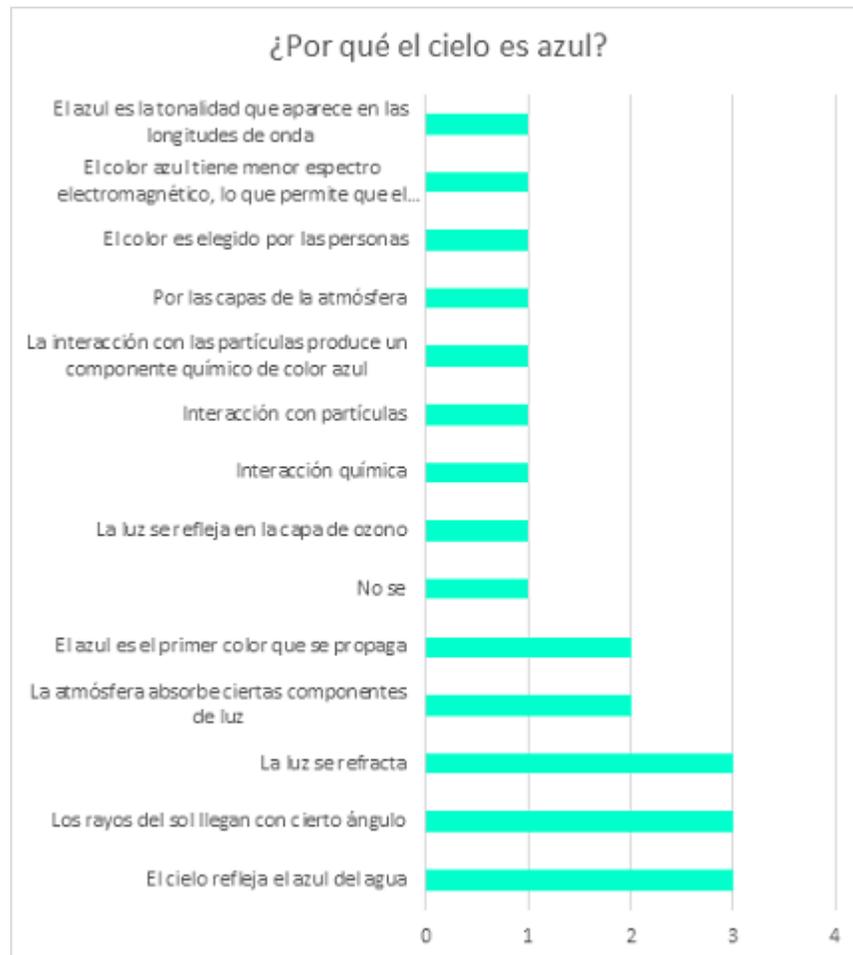


Figura 4.33: ¿Por qué el cielo es azul?

Discusión

En este caso los argumentos utilizados en las respuestas aparecen con una distribución mucho más equilibrada (página 135) y no existe una respuesta única predominante.

Una creencia existente es que el cielo refleja el color azul del agua de los océanos, lo que una vez más se deriva de las experiencias cotidianas de los

estudiantes. Otra de ellas es que los rayos del Sol llegan a la tierra con cierto ángulo. La misma cantidad de personas respondieron que se verificaba algún tipo de fenómeno de refracción atmosférica.

Un par de personas respondieron que la atmósfera absorbe ciertas componentes de luz, lo que está relacionado con la interacción existente entre las partículas atmosféricas y la luz del Sol. Esto tiene algún sentido con la realidad. Lo que la teoría electromagnética describe es que cuando una onda atraviesa un cierto medio, el grado en que esta pierde energía depende de la frecuencia de la misma.

La luz del Sol es percibida por nuestros ojos como luz blanca, pero en realidad la estrella emite todos los colores del arcoiris. Hablando en términos de frecuencia de onda, cada color corresponde a una cierta frecuencia. Los tonos rojos y naranjas son de frecuencia menor que los tonos violetas o azules.

Cuando un átomo interactúa con ondas electromagnéticas, es decir campos eléctricos y magnéticos variables, sus electrones se ven afectados por los mismos generandoles un movimiento que a su vez genera otra onda.

Nuestra atmósfera está compuesta mayormente de elementos ligeros como el oxígeno y el nitrógeno que resultan ser más sensibles a frecuencias altas, es decir colores violetas y azules. Así, la mayor parte de los átomos de los gases presentes en la atmósfera “generan” (“dispersan” es el término correcto) colores violetas y azules, pero nuestros ojos no son muy sensibles a los violetas por lo que el color resultante es azul.

Las respuestas restantes son de distinta índole como se muestra en la Figura 5.33 pero ninguna de ellas menciona el hecho de la dispersión de ondas. Esto quiere decir que los estudiantes no contaban ni con experiencias previas ni mucho menos con conocimientos con este respecto.

¿Qué tipo de ondas electromagnéticas conoces?

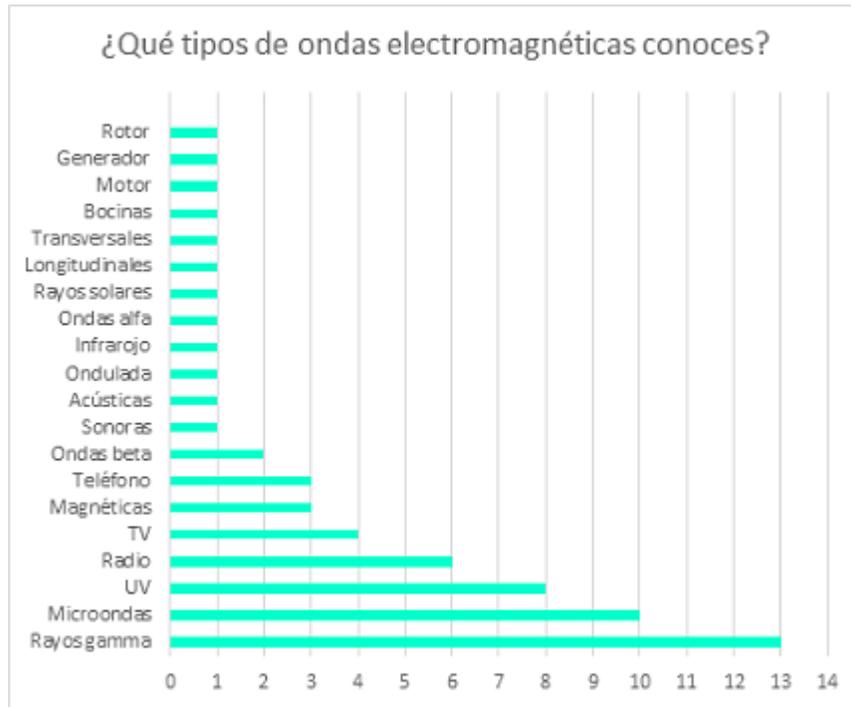


Figura 4.34: ¿Qué tipo de ondas electromagnéticas conoces?

Discusión

La respuesta a esta pregunta es de naturaleza mucho más memorística, y los estudiantes enlistan en sus respuestas los distintos tipos de ondas que ellos recuerdan. El nivel de comprensión mostrado en la mayoría de las respuestas es deficiente. Todas las respuestas obtenidas son mostradas en la figura de la página 137.

Durante la sesión se mostró un esquema del espectro electromagnético y se tuvo una descripción del mismo por parte del profesor. El problema principal es que los estudiantes no conocen bien el concepto de onda, lo que les dificulta comprender al cien por ciento lo que el espectro mostraba.

Sin embargo, al momento de inquirirles acerca de ello lograron citar con éxito ciertos datos aislados como que son representadas con funciones senoidales así como ciertas características de las mismas. Esto es valioso, ya

que proporciona un terreno muy apto para la construcción de nuevos conocimientos.

4.6.2. Evaluación final

¿Por qué el espacio es negro?



Figura 4.35: ¿Por qué el espacio es negro?

Discusión

La respuesta predominante fue que en el espacio vacío la luz no tiene donde *reflejarse* (Figura 5.35), no obstante el uso de la palabra reflexión para referirse al fenómeno de interacción verificado entre las partículas atmosféricas y la luz es incorrecto. En realidad lo que se produce al momento de atravesar un medio es una *dispersión de la luz*, y ya que este fenómeno no se produce en el vacío el cielo espacial carece de coloración. Solamente un par de personas utilizaron este argumento en sus respuestas.

Las demás respuestas son de distintas clases, y pueden distinguirse varios

grupos. Uno de ellos es aquel que hace referencia a la lejanía de los astros y la vastedad del espacio como una explicación para la ausencia de color. El otro conjunto de respuestas muestra una estructura de los conceptos físicos tergiversada en mayor o menor medida.

El nivel de conocimientos que manejan los estudiantes es precario y por tanto, conceptos como refracción, reflexión y dispersión son muy complicados para su comprensión. Por ejemplo, en un momento de la clase, se utilizó un esquema del espectro electromagnético que muestra en una gráfica los colores del arcoiris en función de la frecuencia de onda.

La mayoría de los estudiantes no conocía la relación que existe entre esos dos conceptos. De modo que para ellos, la discusión que se desarrolló acerca de la coloración del cielo, del arcoiris, del espacio y otros fenómenos electromagnéticos que se esperaba pudiesen describir en algún grado, fue totalmente novedosa.

Dichos fenómenos son explicados tomando como base conceptos físicos fundamentales que no son conocidos por los estudiantes. De modo que cuando se pidió a los estudiantes describir los fenómenos en términos físicos no lo lograron con éxito. Sin embargo, los estudiantes se sintieron muy interesados por los temas discutidos y los ejercicios ayudaron a despertar su curiosidad y su deseo por entender los nuevos conceptos.

En este ejercicio se motivó a los estudiantes para que dieran explicaciones propias sobre fenómenos físicos usando conceptos básicos, con explicaciones no totalmente precisas pero si correctas, lo que resultó en una experiencia diferente para ellos, ya que en la mayoría de los casos los estudiantes tienden a dar respuestas memorísticas no razonadas.

¿Qué tendría que suceder para que el cielo adquiriese una tonalidad rojiza?

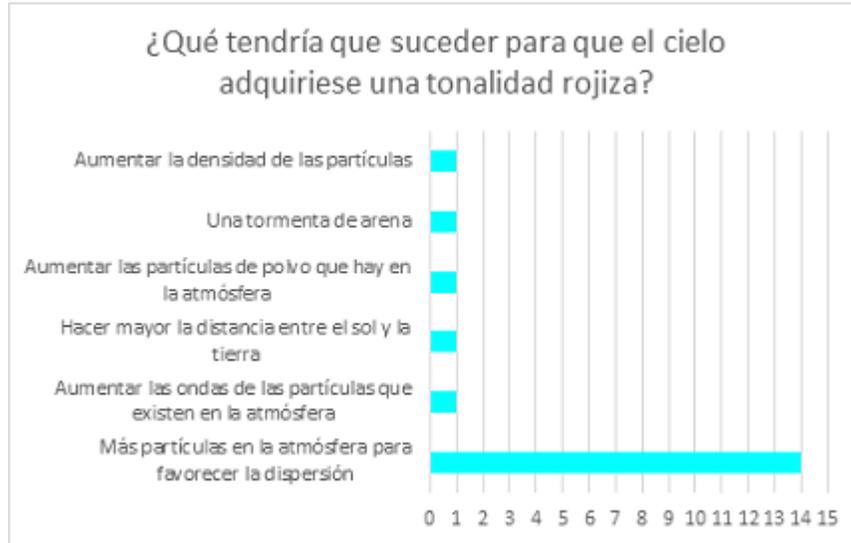


Figura 4.36: ¿Qué tendría que suceder para que el cielo adquiriese una tonalidad rojiza?

Discusión

La mayoría del grupo respondió que una mayor densidad de partículas suspendidas en la atmósfera proporcionaría las condiciones para la aparición de un cielo rojizo (Figura 5.36). Sin embargo, debido a las carencias conceptuales mostradas en otras ocasiones, considero que los estudiantes respondieron correctamente debido a que la respuesta se habría proporcionado solamente unos momentos antes, en el cierre de la clase. Para evaluar si los alumnos entendieron el fenómeno o si solamente utilizaron recursos memorísticos para responder las preguntas, sería necesario volver a plantear las preguntas al final del curso, o tiempo después una vez finalizado el curso.

4.6.3. Reporte actividad leche

¿Qué sucede con la cantidad de luz que atraviesa la leche?

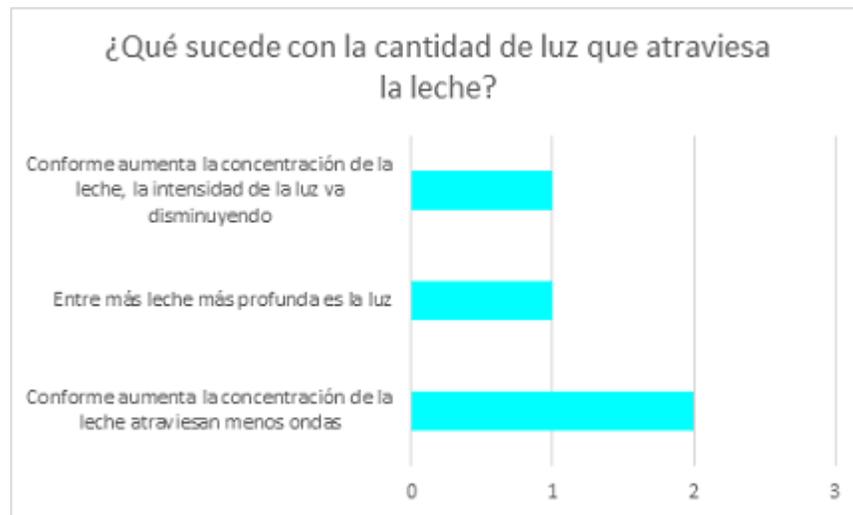


Figura 4.37: ¿Qué sucede con la cantidad de luz que atraviesa la leche?

Discusión

Las respuestas a esta pregunta son presentadas en la Figura 5.37. La experiencia realizada por los estudiantes con la leche, el agua y la lámpara les permitió observar el grado de variabilidad de la luz que atraviesa la solución de leche y agua. Conforme la concentración de leche en el agua subía, la luz podía atravesarla en menor medida.

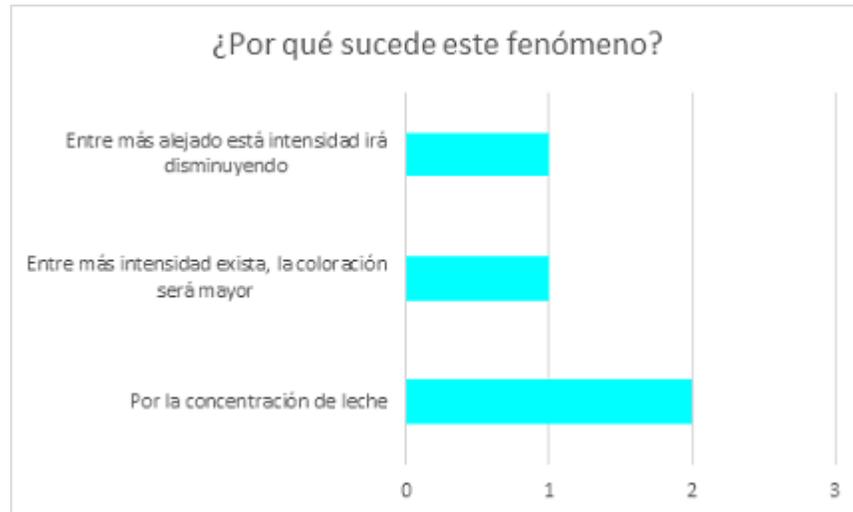
¿Por qué sucede este fenómeno?

Figura 4.38: ¿Por qué sucede este fenómeno?

Discusión

En la Figura 5.38 se muestran los argumentos predominantes presentes en las respuestas de los estudiantes de esta sección. Los estudiantes citan que la variación en la concentración de la leche es la responsable de las diversas coloraciones mostradas por el líquido.

En esta práctica los estudiantes dieron respuestas directas, basadas en su observación, dado que no se les solicitó recurrir a modelos más detallados de la interacción de la luz con las partículas de la leche. Por tanto, se considera que la sesión fue muy exitosa.

En la sección que sigue se muestran las conclusiones de este trabajo de investigación docente.

Capítulo 5

Conclusiones

A continuación se presentan las conclusiones derivadas de la práctica docente realizada en el CCH Sur con dos grupos del M. en D. Guillermo Neumann. Éstas se dividen en tres grupos: el primero de ellos está referido a las conclusiones específicas de cada secuencia didáctica mientras que el segundo se refiere a aquellas que se desprenden de la práctica docente en general. Por último, se presenta una recapitulación del trabajo ejecutado a lo largo de los dos años de maestría que tienen como producto final esta tesis.

5.1. Conclusiones de las secuencias didácticas

5.1.1. Los mentos y el método científico

Las actividades de aprendizaje deben ser repetibles fácil y sosteniblemente

Para la realización de la serie de experimentos de esta secuencia didáctica se requirió del siguiente material:

- 6 botellas de refresco de 2 L.
- 6 charolas de plástico.
- 2 bolsas grandes de mentos.

La planeación de las secuencias didácticas debe ser elaborada contemplando todos los factores que se involucran en la práctica de las mismas: contenido didáctico, material de apoyo necesario, disponibilidad y costo del material, repetitibilidad de las secuencias y equipo electrónico necesario, entre otros.

El contenido temático debe ser presentado en las secuencias de manera sucinta y explícita

Las secuencias didácticas de este trabajo de grado se llevaron a cabo a través de conceptos como el constructivismo y la cognición situada. Las actividades fueron orientadas en torno a trasladar experiencias cotidianas al conocimiento de la física involucrada en los procesos. Se puso un especial énfasis en que las actividades resultaran atractivas y distintas para los estudiantes.

Aunque los estudiantes ya habían visto anteriormente algunos de los conceptos que se abordaron en estas secuencias didácticas, durante la realización de las prácticas fue notoria la necesidad de explicitar breve y claramente el contenido temático.

Las actividades realizadas en el contexto del aprendizaje situado despiertan mucho interés y entusiasmo en los jóvenes, por lo que el profesor debe encausarlos para que los contenidos de la materia les resulten claros.

5.1.2. Mi sopa está muy caliente, ¿qué hago?

Los estudiantes muestran una buena base de conocimientos intuitivos

Durante las sesiones correspondientes a Termodinámica, se habló acerca de algunos fenómenos físicos relacionados con el cambio de fase, como la evaporación y la ebullición. Se manejaron ejemplos sencillos estrechamente relacionados con la vida común de los estudiantes.

Los conocimientos que los estudiantes mostraron tener acerca de estos fenómenos fueron en gran medida satisfactorios. Dichos conocimientos previos han sido deducidos por ellos gracias a su continua interacción con la naturaleza circundante.

Esta base de conocimiento intuitivo proporcionó un excelente punto de partida para la elaboración y progresión de los conceptos físicos revisados en las sesiones. En el marco del constructivismo, una sólida base de conocimientos previos es el factor más importante para favorecer el aprendizaje de los alumnos.

A pesar de que dichas concepciones previas son correctas en algún grado, no son ciento por ciento precisas. Es aquí donde a lo largo de las sesiones, el profesor guió a los estudiantes para apoyarlos en sus propias construcciones de los conceptos físicos.

La presentación de modelos y diagramas debe ser sujeto de un cuidadoso análisis previo

El objetivo principal de la sesión era que los estudiantes comprendieran el proceso de evaporación como un proceso que produce un enfriamiento en una sustancia. La energía utilizada en el cambio de fase de las moléculas evaporadas es energía que la sustancia pierde en el proceso.

La descripción del fenómeno físico se realizó por medio de un par de diagramas del proceso y por medio de dos pelotas de golf. Con ambos elementos se realizó una analogía a través de la cual se ayudó a los estudiantes a visualizar las características de la energía cinética antes y después de la colisión.

Algunos de los estudiantes no comprendieron del todo bien que se realizaba una analogía por lo que llegaron a la conclusión de que el modelo ERA la realidad.

Una exageración de este punto de vista podría ser el decir que si un diagrama presenta al núcleo atómico de color rojo y a los electrones de

color azul, entonces los electrones son azules y el núcleo rojo. La completa correspondencia entre la realidad y el modelo.

De esta forma, se debe de poner especial cuidado en evitar que los alumnos tomen este punto de vista donde el modelo es completamente correspondiente a la realidad. En esta parte, las discusiones epistemológicas que se llevaron a cabo en la primera sesión se volvieron fundamentales ya que se recalcó el hecho de que "El mapa no es el territorio".

5.1.3. Los pelos parados

Las sesiones deben ser orientadas a que el estudiante de bachillerato aprenda los conceptos fundamentales de la física

En todas las ciencias hay ciertos conceptos básicos y centrales a través de los cuales se construye toda la estructura lógica de la misma. Dichos conceptos son tan importantes para la ciencia en cuestión ya que son tratados como axiomas básicos para los demás conceptos más complejos.

Entre estos conceptos se pueden citar los casos de la energía, la fuerza, el trabajo, la masa y la carga eléctrica, entre otros. Si los estudiantes contasen con una buena comprensión de los rasgos principales de estos conceptos, se volvería mucho más sencillo entender cuestiones más elaboradas.

Siendo el bachillerato la preparación para una carrera universitaria, se torna muy importante que los citados fundamentos de la física sean aprendidos de manera correcta. Si los estudiantes desean seguir una carrera relacionada con las ciencias exactas, entonces la importancia de estos aprendizajes se vuelve obvia. Si por el contrario, los estudiantes no desean seguir una carrera de esta área, los conceptos básicos les permitirán conocer algunos fenómenos físicos de su vida cotidiana.

5.1.4. ¿Por qué el cielo es azul?

Los conceptos situados como objetivos de aprendizaje son muy elaborados para las concepciones previas de los estudiantes del bachillerato prueba

El objetivo principal de esta sesión era describir el mecanismo de dispersión que yace detrás de las distintas coloraciones del cielo terrestre. La dispersión responsable es un fenómeno que depende de la frecuencia de la onda electromagnética en cuestión por lo que conceptos como frecuencia y longitud de onda requirieron ser empleados.

Para la descripción de la dispersión, fue útil la inclusión de un esquema de espectro electromagnético que muestra una gráfica unidimensional de la frecuencia de la onda electromagnética dividida en varios segmentos con una denominación específica. Al ser cuestionados acerca de la localización de ciertas frecuencias específicas se vieron envueltos en algunas dificultades.

Durante la sesión se presentó una relación de proporcionalidad sencilla entre la intensidad de dispersión y la longitud de onda. No muchos estudiantes pudieron describir con éxito lo que los símbolos matemáticos significaban en términos físicos.

Por esta razón, se recomienda al profesor lector que al inicio de los cursos apliquen algún tipo de evaluación que les permita conocer el estado inicial del grupo para poner énfasis en aquellas áreas de oportunidad que los estudiantes muestran.

5.2. En resumen

La conclusión de un trabajo como este es una oportunidad de recapitulación muy interesante porque da cuenta de un proceso que duró dos años, en el cual se modificaron completamente mis perspectivas acerca de la profesión docente. A lo largo del desarrollo de la maestría cuyo trabajo se reseña en esta tesis, me vi enfrentado a las distintas dimensiones de la labor docente, sus problemáticas y sus cuestionamientos. Más aún, la práctica docente realizada en el CCH Sur con los grupos del M. en D. Guillermo Neumann me permitió evaluar una buena cantidad de aspectos presentes en la labor diaria de los profesores de bachillerato.

La tarea educativa muestra ser un proceso multifactorial con relaciones complejas que merece una cuidadosa reflexión para ser efectuado con éxito.

Las características del CCH son especiales ya que presentan grupos heterogéneos compuestos por estudiantes de todas las ramas de estudio posibles. Esta condición de variedad presente en los salones de clase exige una educación también variada, ajustada en la medida de lo posible a las necesidades específicas de cada alumno. Sin embargo, frente a los grandes grupos de estudiantes es necesario generalizar en mayor o menor medida.

Otro de los factores que resulta de peso en la profesión docente es la extensión de los curriculums y lo profusamente detallados que estos se encuentran. Aquí conviene reflexionar sobre el objetivo que se persigue en la educación en Ciencias Naturales en el bachillerato. Siendo más específico debería repensarse en la pregunta: ¿Qué es lo que se espera aprendan los estudiantes? ¿Por qué y para qué? Basado en la experiencia de esta práctica docente, considero que sería más eficaz enfocarse en los conceptos centrales de la física como energía, trabajo y fuerza. Si esos conceptos se comprendiesen en buena medida sería un gran avance.

Uno de los aspectos que me parecieron más importantes fue la dimensión humana del trabajo docente. Los estudiantes constantemente buscan el reconocimiento de su profesor a través de una variedad de maneras. La manera más típica es por medio de participaciones orales en las que se esmeran en mostrar sus conocimientos. A pesar de que dichos comentarios no sean acertados desde el punto de vista teórico, es fundamental reconocer su esfuerzo para no disuadirlo de participar ni diluir su interés en la materia.

Otra de las maneras en que buscan ser identificados puede ser visualizada cada vez que ellos encuentran una oportunidad para realizar un trabajo personalizado como en el caso de los cuestionarios con pequeños dibujos, colores o formatos. La elaboración de estos cuestionarios a mano por parte de los estudiantes permite percibir además ciertos rasgos de personalidad

presentes en su escritura y útiles para la relación docente-alumno. Creo que ninguna de estas actitudes debe ser desalentada y en cambio debe ser reconocida por el profesor con un gesto de afabilidad.

Asimismo, cuando los estudiantes se deciden a realizar alguna participación esperan ser escuchados por el profesor con una sonrisa atenta. Al finalizar su comentario, resulta conveniente ofrecer un comentario relacionado de manera que el estudiante note que el profesor lo escuchó. Si dichas conductas no se presentan, o se ven de alguna manera entorpecidas la probabilidad de que el alumno vuelva a participar se ve mermada, junto con su interés por la lección.

Con estos ejemplos, puedo confirmar aquello que se describe en la sección 3.2.4 de la página 39 y afirmar que una relación alumno-docente agradable es fundamental para favorecer la motivación por la clase. Además, puedo afirmar con certeza que, debido a la complejidad de las relaciones humanas involucradas en el proceso de enseñanza aprendizaje, la dimensión humana es una de las que ofrecen un mayor campo de interesante y ávida exploración.

En el bachillerato la dimensión humana se vuelve especialmente importante debido a que esta etapa del desarrollo humano es configuradora de la personalidad que la persona tendrá toda la vida. Por tal razón, confirmo la fundamentalidad de la inclusión de discusiones éticas y epistemológicas que modificarían positivamente la percepción que los estudiantes tienen acerca de su misma persona, el mundo que los rodea y la ciencia física.

Por último, quisiera hacer hincapie en la importancia de contar con un cuidadoso proceso de reflexión en torno a la evaluación. Un buen trabajo de evaluación debe proporcionar criterios objetivos que ayuden a mejorar el desempeño de la labor del profesor. Además, es necesario pensar en los momentos en que los cuestionarios se llevan a cabo, porque influyen en una gran medida en la calidad de la información obtenida. Un problema recurrente en las sesiones fue la evaluación final, ya que por encontrarse localizada al final de las sesiones, los alumnos respondían con la mayor de las premuras, produciendo respuestas demasiado breves. Asimismo, la ejecución de las pruebas finales era llevada a cabo tan pronto como se terminaba con la recapitulación de las sesiones, por lo que es probable que los resultados favorables sean engañosos por la proximidad entre cierre y evaluación.

Sin duda alguna, la práctica docente que llevaré a cabo en el futuro me permitirá abordar estas cuestiones con un mayor éxito. Aún más, la labor docente irá develando otros aspectos de consideración lo que enriquecerá enormemente mi experiencia en esta apasionante y fundamental profesión.

Capítulo 6

Anexos

A continuación se presentan los cuestionarios utilizados tanto como retroalimentación de los experimentos como para evaluación inicial y final de las sesiones llevadas a cabo con los estudiantes. La sección está dividida en distintas partes correspondientes a cada sesión donde cada una de ellas incluye cada uno de los instrumentos mencionados. El formato de los cuestionarios no es el mismo que se utilizó con los estudiantes, se ha visto modificado para ajustarlo a las dimensiones de este trabajo.

6.1. Los mentos y el método científico

6.1.1. Planificación de experimentos

Equipo: _____

Experimen- to	For- ma de bote- lla	Canti- dad de refresco	Hipóte- sis	Altura medi- da	¿Fun- cionó tu hipótesis?	¿Por qué?
-	-	-	-	-	-	-

1. ¿Cómo planeas realizar la medición del chorro de refresco? Haz un esquema explicando tu método.

6.1.2. Retroalimentación de los experimentos

Equipo: _____

Predicción de la altura del experimento del profesor: _____

¿Cómo llegaron a esta conclusión? Haz diagramas y utiliza colores.

1. Una vez que has visto las predicciones de tus demás compañeros y el experimento realizado por el docente, ¿Qué opinas de tu predicción? ¿Funcionó? ¿Por qué?
2. ¿Cómo mejorarías tu procedimiento para obtener las predicciones?
3. ¿Qué obstáculos se presentaron en tus experimentos con los Mentos y la coca cola? ?
4. Haz un dibujo que ilustre qué sucede si modificas las variables de la tabla de abajo. Puedes utilizar los colores que quieras para que tu dibujo sea más claro y bonito. Además del dibujo es necesario incluir una descripción del mismo en la columna observaciones.

Variable	¿Qué sucede?
La cantidad de refresco	-
El tipo de botella (cuello ancho o cuello angosto)	-

6.1.3. Evaluación final

1. ¿Qué sugieres para evitar que se caiga el refresco y salpique alrededor?
2. ¿Qué te gustó de las clases?
3. ¿Qué no te gustó de las clases?
4. ¿Qué aprendiste?

6.2. Mi sopa está muy caliente, ¿Qué hago?

6.2.1. Evaluación inicial

1. ¿Qué sucede en las mañanas frías con las hojas de las plantas de tu jardín? Lo mismo sucede con los refrescos fríos en los refrigeradores. Se produce un fenómeno interesante en la superficie de las hojas y de la lata de refresco. ¿Cuál? Haz un diagrama que lo explique.

2. ¿Por qué pasa eso? ¿Cómo lo explicas?

6.2.2. Hoja de experimentos*Parte 1. Calentamiento de la sopa.*

1. ¿Cuándo decido que la sopa está caliente? ¿Cuándo apago la flama?
2. ¿Por qué la apago ahí y no antes o después?

Parte 2. Enfriamiento de la sopa.

1. ¿Cómo crees que es la mejor manera de enfriar un líquido caliente (leche, agua, caldo, atole)? (HIPÓTESIS INICIAL)

Descripción del experimento realizado y diagrama	Temperatura inicial del agua	Unidad de medida	¿Cuántas veces repetiste el proceso?	T	Temperatura final del agua
-	-	-	-	-	-

(donde T

es el tiempo transcurrido desde el inicio hasta el final de la prueba experimental)

2. ¿Cuál es la mejor manera en que se enfría el agua?
3. ¿Por qué es la mejor manera de enfriarla? ¿Qué sucede? Haz un diagrama que lo explique.

6.2.3. Evaluación diagnóstica

1. ¿Por qué se seca la ropa cuando la tiendes al sol? En un día nublado, ¿se seca la ropa? ¿Sí, no? ¿Por qué?
2. ¿Qué tiene que pasar para que el agua se evapore?
3. ¿Cuál es el ciclo del agua? ¿Por qué se evapora el agua de los océanos?
4. ¿Qué es la teoría cinética molecular?

6.2.4. Evaluación final

1. ¿Qué sucede cuando sale vapor de la comida caliente, del agua caliente de la regadera? ¿Por qué sale vapor?
2. ¿Por qué sudamos? ¿Para qué sirve?
3. ¿Por qué los perros sacan su húmeda lengua cuando están acalorados o cuando corrieron mucho?

6.3. Los pelos parados

6.3.1. Actividad 1

1. Frota el globo con tu cabeza. ¿Por qué se pega el globo a la pared?
2. ¿Qué sucede si le acercas el globo a tu pelo? ¿Por qué?
3. ¿Qué tipo de cabello es mejor para producir el efecto?
largo o corto =
con o sin gel =
seco o mojado =
delgado o grueso =
4. ¿Y de todas las anteriores que tipo de cabello funciona mejor? ¿Por qué?
5. ¿En qué tipo de superficie es posible pegar el globo? Haz tres pruebas distintas (metal, plástico, ladrillos, ropa, piel humana o cualquier otro material que se te ocurra) y menciona el resultado.
6. ¿El globo se queda pegado para siempre a la superficie? ¿Por qué?

6.3.2. Actividad 2

1. Frota la pluma con tu cabello y después acércala a pequeños pedazos de papel. ¿Qué pasa con los pedazos de papel?
2. Frota la barra de vidrio con el trapo de licra y después acércala a pequeños pedazos de papel. ¿Qué pasa con los pedazos de papel?
3. ¿Por qué sucede eso?
4. Ahora rodea con tus dedos la parte que frotaste con los materiales y vuelve a acercarla a los papeles. ¿Sucede lo mismo que en los otros dos experimentos?
5. ¿Por qué?
6. Esta vez frota la barra de vidrio con tu cabello y prueba si sucede lo mismo con los papeles. También frota la pluma con el trapo de licra y prueba que sucede. ¿Cómo explicas lo que sucede esta vez?

6.3.3. Actividad 3

1. Cepíllate el pelo con el peine y después acércalo a pequeños pedazos de papel. ¿Qué pasa con los pedazos de papel?

2. ¿Por qué sucede eso? ¿Qué sucede con el peine y con el papel?

3. ¿Qué tipo de cabello es mejor para producir el efecto?

largo o corto =

con o sin gel =

seco o mojado =

delgado o grueso =

4. ¿Y de todas las anteriores que tipo de cabello funciona mejor?

5. ¿Qué tipo de materiales es posible atraer?

Unicel

Papel

Tela

Metal

Agua

6. ¿Qué característica comparten los materiales que son posibles de atraer?

6.3.4. Actividad 4

1. Cuelga una pelotita de algún lugar como se muestra en la figura. Frota una pluma de plástico con tu cabello durante unos momentos y acércala lentamente a la bolita pendiente. Dibuja y explica lo que sucede:

Esféra chica	Esféra grande
-	-

2. ¿Qué tanto debes de acercar la pluma a la esferita para que se produzca un cambio? Prueba con ambas esféras y menciona los resultados.

3. Repite el proceso de frotamiento y contacto con la esfera varias veces. Después de algunas ocasiones deberías poder notar que acercar la pluma a la esféra comienza a tener un resultado diferente. Dibuja y explica lo que sucede.

Esféra chica	Esféra grande
-	-

4. Ahora toca las esféras con tu mano y vuelve a acercar la pluma. ¿Por qué se modifica el efecto?

5. Coloca dos esféras pendientes a la misma altura. Ahora repite el proceso de frotamiento-contacto con la pluma varias veces. Dibuja y explica lo que sucede.

Esféra chica	Esféra grande
-	-

6. ¿Qué tanto puedes lograr que se separen las esféras? ¿Existe un límite?

7. ¿Sucede lo mismo con las esféras blancas que con las negras? ¿Por qué?

6.3.5. Evaluación a

1. ¿Alguna vez te has dado “toques” con algún objeto? ¿Por qué sucede eso?
2. ¿Por qué si te frotas un globo en la cabeza se pega a la pared?
3. ¿Qué es la carga eléctrica?
4. ¿Cómo puedes cargar eléctricamente un objeto?
5. ¿Tú estás cargado eléctricamente?

6.3.6. Evaluación b

1. ¿Qué es la carga eléctrica?
2. ¿Por qué solo hay dos tipos de carga? ¿Por qué no tres o cuatro o mil?
3. ¿Cómo puedes cargar un objeto?
4. ¿Por qué razón se pueden atraer pequeños pedazos de papel con un objeto cargado? Explica el proceso con ayuda de un diagrama.
5. ¿En qué parte de tu vida diaria usas la electrostática?
6. ¿Por qué las llantas para tractocamiones que transportan gasolina y otros fluidos inflamables se manufacturan para conducir electricidad?
7. ¿Por qué las semillas de pasto se alinean en los campos eléctricos mostrados en el experimento de la clase?

6.4. El canal 5, la radiación solar y el arcoiris

6.4.1. Evaluación diagnóstica

1. Imagina que tienes el poder de viajar a cualquier planeta del sistema solar con un avanzado traje de astronauta que te protege. Un día, aburrido de la ciudad, decides viajar a un planeta perteneciente a otro sistema solar, a millones de años luz de aquí. Como ese te aburre, viajas a otros tantos sistemas solares. ¿Podrías ver en todos los planetas?

2. ¿Por qué el cielo está azul?

3. ¿Qué tipos de ondas electromagnéticas recuerdas? ¿En qué se diferencian?

6.4.2. Evaluación final

1. Describe con tus palabras el proceso de generación de ondas electromagnéticas.
2. ¿Cuál consideras la mejor manera de asegurarte de que no te vean por la ventana mientras te cambias?
3. ¿Por qué las pelusitas que vuelan en el ambiente se ven blancas cuando el sol las alumbra? ¿Son blancas las partículas?
4. ¿A qué se debe que el cielo del espacio sea negro a pesar de la luz de la enorme cantidad de estrellas del universo? ¿Cómo podría ser azul como el de la tierra?
5. ¿Por qué no podrías ver en todos y cada uno de los planetas del sistema solar? ¿De qué manera esto depende del Sol de cada sistema solar?

Bibliografía

- [1] Avendaño-Castro, William R., Parada-Trujillo, Abad E. (2013). El currículo en la sociedad del conocimiento. *Educación y Educadores*, Enero-Abril, 159-174. Colombia: Universidad de la Sabana.
- [2] Brovelli, Marta. (2001). *Evaluación curricular. Fundamentos en Humanidades, primavera*. Argentina: Universidad Nacional de San Luis.
- [3] Carlos Guzmán, Jesus. (????). ¿Cómo aprenden los seres humanos? Principios que fundamentan la enseñanza centrada en el aprendizaje. ?????
- [4] Crisafulli Trimarchi, Francisco Antonio, Villalba, Helie. (2013). Laboratorios para la enseñanza de las ciencias naturales en la educación media general. *Educere*, Septiembre-Diciembre, 475-485. Argentina: Educere.
- [5] Darwin, C. (2008). *On the origin of species*. EEUU: Chartwell Books.
- [6] Diaz Barriga, Ángel (2013). Secuencias de Aprendizaje. ¿Un problema del enfoque de competencias o un reencuentro con perspectivas didácticas? *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, vol. 17, núm. 3. Septiembre-diciembre. España: Universidad de Granada.
- [7] Duschl, R. y Grandy, R. (2007). *Teaching Scientific Inquiry*. EEUU: Sense Publishers.
- [8] Elorrieta-Grimalt, María Paz. (2012). Análisis crítico de la educación moral según Lawrence Kohlberg. *Educación y Educadores* 15 (Septiembre-Diciembre): [Fecha de consulta: 27 de mayo de 2015] Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83428627009>, ISSN 0123-1294.

- [9] Font, Ribas, Antoni. (2004) Líneas maestras del aprendizaje por problemas. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado* 18 : [Fecha de consulta: 8 de junio de 2015] Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=27418106>, ISSN 0213-8646.
- [10] Freire, P. (1974). *Pedagogia do Oprimido*. Brasil: Paz e Terra.
- [11] García, T. (2001). La calidad en la educación media superior. En: En: Bazán, J. & García, T. (Ed.), *Educación Media Superior. Aportes* (pp. 61-87). México: Dirección General del Colegio de Ciencias y Humanidades.
- [12] Gutiérrez, E. (2011). Economía: ¿Dónde estamos, Hacia dónde vamos? En Gutiérrez, E. (Ed.) *Cambiar México con Participación Social* (pp. 80-115). México: Siglo XXI.
- [13] Hawking, S., Mlodinow, L. (2010). *El gran diseño*. España: Ed. Crítica.
- [14] Hernández Rojas, Gerardo. (2006). Enseñanza situada: Crear contextos de aprendizaje de alto nivel de situatividad. *Revista del Centro de Investigación. Universidad la Salle*, vol. 7, núm. 25, enero-junio, pp 109-114. México: Universidad la Salle.
- [15] Kirsh, D. (2009). Problem Solving and Situated Cognition. In, Philip Robbins & M. Aydede (Eds.) (pp. 264-306) *The Cambridge Handbook of Situated Cognition*. Cambridge: Cambridge University Press.
- [16] Kuhn, T. (1962). The Structure of Scientific Revolutions. En: *International Encyclopedia of Unified Science*. Vol. 2 núm. 2. EEUU: The University of Chicago Press.
- [17] Lazo, Rosa María; Zachary, Monique (2001). El método “Aprendizaje por problemas” (Problem based learning) aplicado a la enseñanza de la traducción? [en línea] : [Fecha de consulta: 3 de junio de 2015] Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=134518177017>, ISSN 0717-1285.
- [18] López Rúa, Ana Milena, Tamayo Alzate, Óscar Eugenio. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos* (Colombia), Enero-Junio, 145-166. Colombia.

- [19] Matijasevic, E. (2010). Leibniz y Newton: la inercia de la soberbia. *Acta Médica Colombiana*, vol. 35, núm. 4, octubre-diciembre 2010, pp. 157-165. Colombia: Asociación Colombiana de Medicina Interna.
- [20] Moscoso Pérez , Melania. (2004). Educación moral como pedagogía del sentido: una reivindicación del juicio reflexionante en la ética. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (México)* [en línea], XXXIV (2º trimestre): [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2015] Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=27034203>, ISSN 0185-1284.
- [21] Pérez Lo Presti, Alirio. (2006) Educación, ética y contemporaneidad *Educere 10* (enero-marzo) : [Fecha de consulta: 28 de mayo de 2015] Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=35603212>, ISSN 1316-4910.
- [22] Pozo, J. I. (1999). *Aprendices y Maestros: La nueva cultura del aprendizaje*. España: Alianza.
- [23] Pozo, J.I. (1989). *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Madrid. Ediciones Morata.
- [24] Robles, J. (2001). Un modelo de docencia para el bachillerato. En: Bazán, J., García, T. (Ed.) *Educación Media Superior. Aportes* (pp. 209-225). México: Dirección General del Colegio de Ciencias y Humanidades.
- [25] Solé, I. & Coll, C. (1997). *El constructivismo en el aula*. España: Ed. Grao.