



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE QUÍMICA

“PARTÍCULAS INQUIETAS”
MODELO CINÉTICO MOLECULAR DE LA MATERIA

Unidad didáctica para alumnos de secundaria

AMPLIACIÓN Y PROFUNDIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
QUÍMICA DE ALIMENTOS

PRESENTA

NATALIA AURELIA ALTAMIRANO ACEVES

ASESOR DEL TEMA I.Q. GIOVANA VILMA ACOSTA GUTIÉRREZ
SUPERVISOR TECNICO DRA. GUILLERMINA YAZMÍN ARELLANO SALAZAR



CIUDAD DE MÉXICO

2024



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

JURADO ASIGNADO

PRESIDENTE: Profesor ACOSTA GUTIÉRREZ GIOVANA VILMA

VOCAL: Profesor MARTÍNEZ PENICHE JORGE RAFAEL

SECRETARIO Profesor ARELLANO SALAZAR GUILLERMINA YAZMÍN

PRIMER SUPLENTE: Profesor LÓPEZ VILLA NORMA MÓNICA

SEGUNDO SUPLENTE: Profesor ANA LILIA CRUCES MARTÍNEZ

SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA

FACULTAD DE QUÍMICA, CIUDAD UNIVERSITARIA

ASESOR DEL TEMA

IQ. GIOVANA V. ACOSTA GUTIÉRREZ

SUPERVISOR TÉCNICO

DRA. GUILLERMINA YAZMÍN ARELLANO SALAZAR

SUSTENTANTE

NATALIA AURELIA ALTAMIRANO ACEVES

Índice general

Introducción	5
Ideas previas que tienen los estudiantes de secundaria sobre la estructura de la materia	9
Justificación	16
Propósitos generales	18
Fundamentos teórico metodológicos de la unidad didáctica	19
Análisis científico	22
Seleccionar los contenidos.....	22
Análisis didáctico	28
Secuencias didácticas	35
Sesiones que conforman las secuencias didácticas.....	35
Conclusiones	49
Referencias consultadas	51
Anexos.....	57
Anexo 1. Mapa de conceptos: Teoría cinética molecular	57
Anexo 2. Tabla SQA	58
Anexo 3. Lista de cotejo para evaluar la investigación	59

Anexo 4. Lista de cotejo para evaluar clasificación de modelos científicos	60
Anexo 5. Rúbrica para evaluar un debate	61
Anexo 6. Rúbrica para evaluar un mapa conceptual	62
Anexo 7. Escala de rango para evaluación de una síntesis	63
Anexo 8. Rúbrica para evaluar línea del tiempo	64
Anexo 9. Lista de cotejo para evaluación de un diálogo	65
Anexo 10. Autoevaluación del tema: Ideas en la historia acerca de la naturaleza continua y discontinua de la materia	66
Anexo 11. Lista de cotejo para evaluar lluvia de ideas	67
Anexo 12. Un modelo para representar la materia	68
Anexo 13. Guía de observación para el trabajo realizado en el laboratorio	71
Anexo 14. Escala de rango para evaluación de un dibujos	72
Anexo 15. Autoevaluación. Tema: Aspectos básicos del modelo cinético de partículas: partículas microscópicas invisibles, con masa, movimiento, interacciones y vacío entre ellas	73

Introducción

Para lograr la comprensión de la estructura particular de la materia, tema que se enseña en la educación secundaria, los estudiantes tienen que aprender a interpretar sus propiedades, sus estados de agregación y los cambios físicos y químicos que ésta experimenta, de lo macroscópico a lo submicroscópico. Para lograr esto, tienen que conocer e interpretar el comportamiento del modelo cinético molecular de la materia, el cual se basa en la teoría cinética molecular.

En este nivel de enseñanza, los estudiantes presentan dificultad para comprender las ideas abstractas de este tema y para establecer la conexión entre la visión macroscópica de la materia, que es con la que están más familiarizados, y el mundo submicroscópico, en el cual todavía no tienen una representación y aún no establecen las formas para interrelacionarla, debido a que forman sus modelos mentales basados en sus concepciones (Gallegos-Cázares y Garritz-Ruiz, 2004). Por lo tanto, les resulta difícil conceptualizar la idea de discontinuidad de la materia y pensarla como formada por partículas en constante movimiento (Galagovsky, 2010), de tamaño pequeñísimo (átomos, moléculas o agrupaciones de ellas) y con espacios vacíos entre ellas, interactuando entre sí de forma tal que, cuando se les quiere separar, se atraen y, cuando se les quiere unir más, se repelen, indicando así la existencia de fuerzas o enlaces entre ellas.

En las primeras etapas de aprendizaje de este tema, los alumnos se hallan fuertemente condicionados, por lo que, al momento de conceptualizar la realidad, perciben que se deben considerar ideas atomísticas desde las primeras etapas, ya que esto ayuda a la idea de unidad de materia; por ejemplo: al plantearles a los estudiantes el dividir algún material una y otra vez, hasta llegar al punto en el que ya no sea posible dividir más, y decir que hemos llegado al átomo. Este planteamiento puede presentar problemas y reafirmar ideas erróneas acerca del comportamiento de la materia en un nivel atómico, fija la dimensión macroscópica de los fenómenos. Los estudiantes consideran el átomo como una unidad de materia en estado libre, no reconocen que las moléculas y los iones puedan construir unidades en sí mismas, no usan la concepción corpuscular para explicar

una multitud de fenómenos, como el comportamiento de gases y los cambios de estado, entre otros (Laborde, s/f).

Las investigaciones en la enseñanza de la ciencia enfatizan la importancia que tienen la historia y la filosofía de la ciencia en el aprendizaje de la teoría cinética de los gases, la cual ha sido objeto de un considerable debate y de controversia; este no puede ser entendida sin tener en cuenta el papel de la filosofía (Regt, 1996, citado en Rodríguez y Niaz, 2004).

Los estudiantes forman sus ideas previas fundamentándolas en actividades físicas prácticas, cuando comentan el fenómeno estudiado con otra persona, de lo que llegan a escuchar en algún medio de comunicación (Galagovsky y Berkeman, 2009). Estas ideas son muy diferentes a lo que se genera científicamente y esto influye profundamente en el aprendizaje y la motivación, lo cual dificulta la enseñanza del tema y tiene efectos muy significativos y de amplio alcance, y con frecuencia también influye en el aprendizaje posterior de este mismo tema (Kind, 2004), Estas ideas previas que forman los estudiantes compiten con el conocimiento científico, que se enseña en la escuela (Nussbaum, 1992, y Driver, 1990, citados en Ibáñez y Gianna, 2012).

Las ideas previas que tienen los estudiantes de secundaria que no han abordado aún nociones sobre la teoría cinética molecular, ni específicamente la constitución de la materia, no se forman fuera del salón de clase, ya que son temas con un alto nivel de abstracción, por lo que sus concepciones alternativas van a depender de la forma en la cual se aborde el tema, de los materiales que se usen y sobre todo, de las representaciones que el alumno construya, que puede ser a partir de experiencias cotidianas.

Desde el inicio de las investigaciones sobre las concepciones alternativas o ideas previas de los estudiantes, se consideró que éstas conformaban cierto nivel de organización en la mente de las personas. Algunos investigadores consideran que las ideas previas de los estudiantes son elementos fragmentados de pensamiento, cuya organización obedece a ciertos mecanismos mentales que permiten darles una estructura, mientras que otros consideran que las ideas reflejan apenas una pequeña parte de lo que constituye una teoría del sujeto, que en la

mayoría de los casos permanece implícita (Vosniadou e Ioannides, 1998). Hablan de una *teoría marco* como un marco explicativo casual que los estudiantes usan para organizar los fenómenos físicos, que no tienen nada que ver con una teoría científica, ya que se supone que no está disponible en la conciencia del sujeto ni para la prueba de hipótesis. En adición a la *teoría marco*, se supone que también construyen *teorías específicas* o *teorías de dominio* para explicar un conjunto limitado de fenómenos. Estas *teorías específicas* o *de dominio* consisten en creencias que dan lugar a representaciones o *modelos mentales* bajo el control de la teoría marco. Carey (1991, citada en Gallegos y Garritz, 2004) considera una organización de teorías en la mente de los estudiantes; Karmiloff-Smith (1991, citado en Gallegos y Garritz, 2004) dice que el niño es un constructor espontáneo de teorías y explota el conocimiento —innato y adquirido— que ha almacenado mediante un proceso de representación recursiva de sus propias representaciones.

Nersessian (1992, citado en Gallegos y Garritz, 2004) propone que la transformación del conocimiento no está en los conceptos, sino en los modelos; propone que las personas codifican representaciones proposicionales que se organizan según ciertos constructos llamados *modelos mentales* de fenómenos imaginarios, eventos, procesos, etc. Con estos modelos mentales, el estudiante es capaz de construir inferencias que formarán una estructura semántica. Los modelos mentales son representaciones idiosincrásicas y funcionales, aunque incompletas, que actúan como análogos estructurales a fenómenos o situaciones del mundo externo (Greca y Herscovitz, 2002).

Para comprender los conceptos y las leyes de la teoría científica, como la estructura de la materia, y, en consecuencia, los fenómenos que ésta describe y explica, los estudiantes deberían construir modelos mentales capaces de propiciar explicaciones y predicciones coincidentes con las científicamente aceptadas; sin embargo, este proceso no parece tener éxito para la mayoría de los estudiantes, quienes presentan modelos que, aun cuando brindan explicaciones y predicciones sobre los fenómenos físicos, éstos no son coincidentes con los científicos. Así, los estudiantes muchas veces construyen modelos mentales para poder dar sentido al mundo en el que viven, pero no logran que estos modelos se basen en conceptos

científicos, sino en sus concepciones alternativas. Estos modelos mentales están relacionados entre sí y pueden construir teorías de dominio específico, en el sentido de que son entidades inobservables construidas para dar explicación a fenómenos observables (Gallegos y Garritz, 2004).

Ideas previas que tienen los estudiantes de secundaria sobre la estructura de la materia

Las ideas previas o la percepción más frecuente que presentan los estudiantes entre 12 y 13 años, que es cuando se inician en este nivel el estudio de la estructura corpuscular de la materia, son las siguientes:

- **La materia es continua.** Esta concepción se vuelve un gran obstáculo didáctico, que proviene de la contradicción entre ideas corpusculares y la percepción continua de la materia, ya que tienen una pobre idea a cerca de las partículas (Johnson, citado en Trinidad-Velazco y Garritz, 2003) y, por lo tanto, se les dificulta interpretar la naturaleza corpuscular de la materia (Pozo *et al.*, 1991a). El modelo continuo de la materia está tan arraigado que, a pesar de una buena enseñanza, sólo llegan a utilizar un modelo corpuscular primitivo que conserva aspectos de sus ideas previas; esto ocasiona errores en el cambio conceptual (Laborde, s/f). Al terminar la etapa de la secundaria, los alumnos continúan manteniendo la idea de que la materia es continua, estática y sin espacios vacíos entre sus partículas, dirigen su pensamiento hacia lo concreto y observable (Trinidad-Velazco y Garritz, 2003).
- **Atribuir propiedades macroscópicas a las partículas.** Cuando los estudiantes logran trascender la etapa de pensamiento continuo de la materia, entran en otra en la que piensan que la materia está constituida por partículas, no precisamente por átomos y moléculas. Entonces, se forman la idea de que esas partículas pequeñísimas mantienen características de la materia: la ven macroscópicamente. Por ejemplo, si la materia es de color ocre, entonces sus partículas también son de color ocre (Albanese y Vicentini 1997, citados en Trinidad-Velazco y Garritz, 2003); si la materia se expande al pasar al estado gaseoso, cada partícula se expande; si aumenta el volumen de un gas, aumenta el volumen de las partículas al aumentar la temperatura (Brook *et al.*, 1983; Novick y Nussbaum, 1981 y Llorens (en prensa), citados en Pozo *et al.*, 1991a); si un metal es maleable, es porque los átomos que lo constituyen también son maleables (Ben-Zvi *et al.*, 1986, citados en Trinidad-Velazco y Garritz, 2003); que el azufre, al ser amarillo, implica que sus átomos son amarillos; si el

naftaleno huele, entonces sus átomos huelen (Pozo, Gómez, Limón y Sanz, 1991). Piensan que las partículas se derriten, que explotan, se queman, pueden contraerse, cambiar de forma (Kind, 2004) e hincharse; por ejemplo, cuando observan y explican la dilatación de los cuerpos, piensan que las partículas que componen el cuerpo aumentan de tamaño y no que es consecuencia del aumento de las distancias entre partículas (Llorens 1988, citado en Martínez, 2016).

Todas estas ideas son frecuentes cuando se les pide que expliquen fenómenos que ellos observan a diario, como la fusión de un cubito de hielo, la evaporación y condensación del agua, la dilatación de las ruedas de un coche después de un largo viaje, etc. (Brook *et al.*, 1983, citados en Pozo *et al.*, 1991a). Al aplicar propiedades macroscópicas al mundo microscópico, los estudiantes demuestran depender de lo perceptivo, y esto está íntimamente ligado con una visión continua de la materia (Nussbaum, 1985; Brook *et al.*, 1983; Driver, 1985; Gabel, 1987 y Llorens, 1988, citados en Pozo *et al.*, 1991, y Trinidad-Velazco y Garritz, 2003). Lo anterior refleja la dificultad que existe para establecer la conexión entre su visión microscópica y el mundo macroscópico, o para trasladar las propiedades macroscópicas a partículas microscópicas.

Los estudiantes de secundaria, e incluso los que cursan la universidad, utilizan muy poco el modelo corpuscular de la materia y, cuando lo llegan a utilizar, lo hacen en una proporción muy elevada y de forma errónea; esto es, que la mayoría de los estudiantes recurre a respuestas en las que describe el fenómeno a partir de las propiedades macroscópicas de la materia, más cercana a las dimensiones físicas del mundo real, frente a las microscópicas del modelo corpuscular (Gómez, 1996, citado en Trinidad-Velazco y Garritz, 2003).

Las ideas previas que los estudiantes tienen sobre átomos, moléculas y sistemas de partículas se deben a que conciben la unidad más pequeña de la materia como el estado final de un proceso de división y, según esta concepción, proyectan propiedades macroscópicas a los átomos, moléculas o sistemas de partículas (Trinidad-Velazco y Garritz, 2003). Muchos estudiantes atribuyen propiedades macroscópicas a las partículas individuales (Johnson, 1998, citado

en Trinidad-Velazco y Garritz, 2003), como también ocurre cuando utilizan los modelos de desaparición, desplazamiento o transmutación cuando se discuten las transformaciones de la materia. Es decir, se manifiesta un conflicto entre la concepción continua, estática, sin vacío y la corpuscular, dinámica y con vacío. Estas ideas previas que los estudiantes forman no tienen nada que ver con la concepción científica, pero la mantienen muy arraigada.

- **El espacio entre las partículas está ocupado.** Son muchos los autores que han hecho investigaciones sobre la forma en la que los estudiantes conciben el vacío que hay entre las partículas que integran la materia en vista de la dificultad que les representa captar la idea (Nussbaum, 1985, citado en Trinidad-Velazco y Garritz, 2003, y Stavy, 1988, citado en Pozo *et al.*, 1991a). Novick y Nussbaum (1978, citados en Kind, 2004) dicen que la dificultad se presenta porque es algo que no pueden percibir con los sentidos. Los aspectos de la teoría corpuscular más difícil de asimilar para los estudiantes son el espacio vacío entre las partículas, el movimiento intrínseco de las mismas y la interacción entre partículas (Furió, 1983).

Los estudiantes piensan que entre las partículas hay aire, otras partículas, gases, una sustancia muy ligera, gérmenes, polvo, suciedad. La idea de que hay vacío entre las partículas en el estado gaseoso causa dificultad entre los estudiantes, si bien se forman la idea de que el espacio relativo entre las partículas es menor en los sólidos que en los líquidos y en los gases. Laborde, (s/f) indica que la idea de vacío que involucra el modelo cinético de la materia no puede ser desarrollada en su total dimensión, dado que exige un nivel de abstracción que probablemente los alumnos aún no estén en condiciones de formalizar, y que se debe considerar simplemente que la idea quede planteada y el estudiante pueda graduarla parcialmente en los cursos de ciencias posteriores (Johnson 1998, citado en Trinidad- Velazco y Garritz, 2003).

- **Las fuerzas entre partículas.** Al explicar la presión del aire o que se pueden agrupar para formar líquidos y sólidos, los estudiantes de 15 años piensan que hay fuerzas atractivas entre las partículas de un gas (Brook *et al.*, 1984, citado en Trinidad-Velazco y Garritz, 2003); otros piensan que entre las partículas del

estado sólido no existen fuerzas, algunos sugieren que la magnitud de las fuerzas entre partículas depende de la temperatura, que si se aumenta la temperatura, aumentarán las fuerzas entre partículas; para otros, un aumento de temperatura debilita las fuerzas (Brook *et al.*, 1983, y Llorens (en prensa), citados en Pozo *et al.*, 1991a). Los estudiantes no aplican de manera consistente sus ideas a los diferentes problemas. Un mismo estudiante puede imaginar que las fuerzas están presentes entre las partículas de un gas, pero no entre las partículas de una sustancia sólida (Kind, 2004).

- **La materia desaparece.** Los estudiantes forman estas ideas cuando ocurre un cambio de estado en la materia, como cuando ocurre la evaporación de una sustancia; piensan que la composición de la sustancia permanece constante y otros opinan que la sustancia cambia durante el proceso de evaporación (Borseese *et al.*, 1996). Piensan que, al evaporar acetona, ésta desaparece y, cuando se sublima el yodo, piensan que no, ya que pueden ver el color violáceo del yodo gaseoso al sublimarse (Stavy, 1990, citado en Trinidad-Velazco y Garritz, 2003). Se forman la idea de que desaparece la materia cuando se evapora el agua de un charco por efecto del calentamiento del sol (Andersson, 1990, citado en Trinidad-Velazco y Garritz, 2003).

Estos problemas se deben en gran parte a que no entienden las diferencias entre sólidos, líquidos y gases en un nivel microscópico (Pozo *et al.*, 1991a). Otras veces no ocurre cambio de estado de la materia, pero ellos piensan que desaparece, como cuando se disuelve azúcar en agua. Esta explicación la basan en la forma en la que perciben el fenómeno (Andersson, 1990, citado en Trinidad-Velazco y Garritz, 2003).

- **Estructura interna de la materia.** Los alumnos no le encuentran sentido a que el agua o la sal tengan una estructura interna porque conciben la materia basados en las variables macroscópicas asociadas a esa característica continua de la materia, como son masa o peso, densidad, estado de agregación, etc. (Renström *et al.*, 1990, citados en Trinidad-Velazco y Garritz, 2003). En la estructura de los sólidos y líquidos, piensan que las partículas no guardan las proporciones adecuadas (Pozo *et al.*, 1991).

- **Las partículas no están en continuo movimiento.** La idea previa que los estudiantes se forman sobre el movimiento intrínseco de las partículas es: “las partículas no están en continuo movimiento”. Esta idea no les permite distribuirlas correctamente (Furió 1983). Conforme aumenta el nivel de enseñanza, los estudiantes van relacionando la distribución uniforme de las partículas al movimiento intrínseco de las mismas (Novick y Nussbaum, 1981, citados en Trinidad-Velazco y Garritz, 2003). También se forman la idea previa de que las partículas no siempre están en movimiento; por ejemplo, para algunos estudiantes, cuando un balón se enfría, las partículas no se mueven; para otros, sólo se mueven hasta que llegan a una temperatura de cero grados y piensan que se confunde el tipo de movimiento de las partículas, esto en función del estado en el que se encuentre el objeto: sólido, líquido o gas (Brook *et al.*, 1983, citado en Pozo *et al.*, 1991a).

Algunos alumnos confunden el tipo de movimiento de las partículas. Dicen que se mueven en los sólidos y que vibran en los líquidos y en los gases, lo que los lleva a una confusión, produciéndose el error en la distribución, proximidad y orden de las partículas (Brook *et al.*, 1983, citado en Pozo *et al.*, 1991a). Otras veces es difícil que asimilen la idea del movimiento de las partículas (Llorens, 1988, citado en Pozo *et al.*, 1991a). Muy pocos estudiantes consideran el movimiento de las partículas para entender los estados de agregación de la materia (Shepherd y Renner, 1982, citados en Pozo *et al.*, 1991a).

- **La proximidad, distribución y orden de las partículas.** Éste es otro aspecto de la teoría cinética molecular en el cual los alumnos se forman las siguientes ideas: los gases no ocupan todo el volumen del recipiente en el que están contenidos, sino que se concentran en alguna región (Novic y Nussbaun, 1978, citados en Trinidad-Velazco y Garritz, 2003); las partículas se concentran en la parte inferior del recipiente, las partículas se concentran en la parte superior del recipiente (Novic y Nussbaun, 1981, citados en Trinidad-Velazco y Garritz, 2003); al aumentar la temperatura, aumenta la separación entre las partículas. En esta idea previa los estudiantes no consideran las fuerzas de cohesión entre

las partículas. Las distancias intermoleculares no guardan las proporciones adecuadas en los sólidos y líquidos (Pozo *et al.*, 1991a).

Las ideas arriba mencionadas indican una visión continua y estática de la materia, ya que no utilizan el movimiento continuo de las partículas para obtener una distribución uniforme (Pozo *et al.*, 1991).

- **Las partículas no pesan.** Los estudiantes se forman la idea de que el aire no pesa, por lo cual concluyen que las partículas de los gases no tienen masa, no pesan y, por lo tanto, los gases no pesan (Llorens, en prensa, y Nussbaum, 1985, citados en Pozo *et al.*, 1991a).
- **Comportamiento de las partículas en los gases.** Una de las ideas que se forman con respecto a los gases es que piensan que no tienen masa y no reconocen la existencia de un vacío entre sus partículas; en su lugar piensan que debe existir otra sustancia que llena esos espacios. Basan sus ideas en su experiencia (Pozo *et al.*, 1991a). Algunos estudiantes mayores de 12 y hasta los 15 años atribuyen a los gases ideas previas animistas como características propias de los seres vivos, como sentimientos y voluntad; es decir, explican este comportamiento de la misma forma en la que explican sus propias acciones. Este razonamiento desaparece a medida que aumenta el aprendizaje. Otras veces, cuando se les habla de gases, ellos inmediatamente piensan en humo, aire, gas doméstico, el gas de los globos, etc. (Llorens, en prensa, Brook *et al.*, 1983 y Seré, 1985 y 1986, citados en Pozo *et al.*, 1991a).
- **Ideas muy arraigadas.** Cuando los estudiantes llegan a la clase de ciencias con ideas fuertemente arraigadas, como que la materia es estática y continua, esto ocasiona dificultades para adquirir el conocimiento científico y son ideas que persisten, aun cuando se les instruya sobre este tema en cursos posteriores a la secundaria. Las concepciones alternativas profundamente arraigadas de los alumnos no son totalmente cambiadas por una nueva idea. La mayoría de las investigaciones muestran que la aceptación de las nuevas ideas está limitada y que las viejas ideas siguen básicamente *vivas* en contextos particulares (Duit 1999, citado en Gómez *et al.*, 2004). Los estudiantes muestran una gran

resistencia a la extinción de ciertas ideas previas que permanecen sin cambio, aun en el nivel universitario (Nersessian, 1992, citado en Ibáñez y Gianna, 2012).

- **Ideas por intuición.** Otras veces forman las ideas previas basándose en el razonamiento guiado por la intuición o el sentido común (Dirver *et al.*, 1985, y Talanquer, 2006). Este razonamiento está basado en una serie de suposiciones sobre la naturaleza del mundo que los rodea y las estrategias que usan en su razonamiento; estas estrategias simplifican la toma de decisiones y la construcción de inferencias, basándose en la información disponible (Furió y Furió, 2000; Campanario y Otero 2000; Cudmani *et al.*, 2000 y Pozo y Gómez-Crespo, 1998, citados en Talanquer, 2006).

Justificación

Es importante la enseñanza del modelo cinético molecular de la materia en la educación secundaria para que los alumnos puedan dar una explicación casual a cualquier tipo de cambio material, y entiendan fenómenos de la vida cotidiana con los que están en contacto permanente, que tienen lugar en la naturaleza y para comprender mejor el mundo que los rodea, como los cambios de estado, los estados de agregación de la materia. Comprender que los líquidos no se comprimen y adoptan la forma del recipiente que los contiene y que los sólidos tienen una forma fija. El comportamiento de los gases, como el desplazamiento del olor, la compresión del aire, el efecto de la temperatura y presión (Benarroch, 2000).

El tema de la teoría cinética molecular favorece el uso de modelos. Esto acerca al estudiante a la actividad científica y al uso de un lenguaje más cercano a lo científico, además de que desarrolla desafíos intelectuales que lo ayudan a tener una *visión molecular* necesaria para que pueda entender otros conceptos, como el de la energía (Kind, 2004), y que asimile que la materia tiene una naturaleza dinámica, la existencia de vacío entre sus partículas y que clarifique confusiones de conceptos macroscópicos. Constituyendo lo anteriormente mencionado, la base para entender otras ciencias es imprescindible en los problemas ambientales, ya que es un tema muy importante para que, desde la enseñanza secundaria, los estudiantes tomen conciencia y consideren el problema ambiental que viven actualmente.

Es un tema base para temas posteriores dentro del curso de Ciencias II, con énfasis en Física (SEP, 2017), como son: la presión, la masa, el volumen, los estados de agregación y cambios de estado de la materia, la temperatura, la energía, transferencia de calor y procesos térmicos, la difusión de los gases, la dilatación de algunos cuerpos al aumentar su temperatura y la compresión de los gases, entre otros.

Para comprender los conocimientos mínimos que requiere el desarrollo del tema “El Modelo Cinético Molecular de la Materia”, el estudiante debe saber sobre las características y la importancia de los modelos en la ciencia y las ideas acerca

de la naturaleza continua y discontinua de la materia que se han dado a lo largo de la historia.

Propósitos generales

Que el estudiante:

- Integre los conocimientos científicos acerca de la estructura submicroscópica de la materia y los use como herramienta explicativa para el entendimiento de los fenómenos y procesos cuando los aplique en contextos y situaciones diversas.
- Profundice en la descripción y comprensión de las características y propiedades de los materiales con base en el modelo cinético de partículas.
- Comprenda la estructura submicroscópica de la materia como base para entender y seguir aprendiendo ciencia.
- Valore lo importante que es el modelo cinético de partículas para representar lo que no puede ver a simple vista.
- Desarrolle una participación activa en la adquisición de nuevos conocimientos.
- Reconozca que la ciencia evoluciona a través del tiempo, que los modelos pueden seguir cambiando.
- Se enfrente a desafíos intelectuales, desarrollando un pensamiento crítico.

Fundamentos teoricometodológicos de la unidad didáctica

En esta unidad didáctica, la metodología que se presenta está basada en el modelo constructivista, en el cual el estudiante es el centro del aprendizaje y las actividades que se planearon son para permitirles trabajar en equipo, regular su aprendizaje y aprender significativamente. Estas actividades buscan potenciar su intervención e interacción con los demás miembros que participen en este proceso de enseñanza-aprendizaje de la ciencia. El docente juega un papel muy importante en la planeación de estas actividades para lograr el aprendizaje significativo, para lo cual tiene que diseñar instrumentos que le permitan conocer los saberes previos de sus alumnos, construir estrategias de aprendizajes potencialmente significativas basadas en las teorías del aprendizaje y diseñar actividades que confronten lo aprendido durante y al final del proceso.

Las secuencias didácticas de esta unidad se desarrollaron con técnicas como el debate, el trabajo en equipo y el diálogo, ya que, según Piaget y Vigosky (citados en Carretero, 2002), este intercambio de información entre compañeros que poseen diferentes niveles de conocimiento provoca una modificación en los esquemas del individuo y acaba produciendo aprendizaje.

Las estrategias didácticas que se van a emplear para el desarrollo de este tema se seleccionaron de acuerdo con las características que presenta un grupo de 38 alumnos, en el que un poco más de la mitad muestra desmotivación y desagrado por el estudio, por lo cual la motivación debe ser muy efectiva y, por esto, el profesor utiliza diferentes tipos de recursos didácticos, como la construcción de un modelo, para explicar la teoría cinética molecular y la proyección del video *Los Modelos en la Ciencia. Ideas de la materia: Demócrito, Aristóteles y Newton* (Florida Fiscal Albares, 2017). Para esto, se aprovecha el instinto innato de curiosidad que tienen para que se interesen en el tema (Bruner, 1996, citado en Carrillo *et al.*, 2009). Después, el profesor tratará de que el alumno piense que es capaz de hacer las cosas. Por esto se inicia con una actividad sencilla, que consiste en mostrarle a los alumnos modelos científicos y, a medida que los alumnos se motivan, se incrementan la dificultad y la demanda, como proyectarles el video para, posteriormente, hacer un modelo de la distribución de las partículas de la materia

en un espacio determinado, o sea, el modelo cinético molecular, según la teoría de las atribuciones de Weiner (1980 y 1986, citado en Torre y Godoy, 2002).

Las actividades experimentales como estrategia de enseñanza-aprendizaje resultan una herramienta didáctica que desarrolla en el estudiante la creatividad y el pensamiento científico, facilita la integración entre teoría, práctica e investigación científica y, concretamente, procesos de observación y experimentación en los que se aplican fundamentos teóricos mediante mediciones, comparaciones, cálculos, comprobaciones, etc. Se sugiere que la práctica de laboratorio se haga después del aprendizaje teórico, aunque no tiene que ser siempre así. También se requiere la práctica de valores, actitudes y hábitos relacionados con la observación y la experimentación (Herrán 2011). En el laboratorio, el contexto escolar cobra relevancia, ya que se recurre a la formación de grupos de estudiantes (equipos) y éstos hacen uso del lenguaje como uno de los signos más importantes de sus aprendizajes, lo que les permite interactuar durante el desarrollo de una práctica de laboratorio: hablar, escuchar, comunicarse, preguntar, opinar, comentar y argumentar. Es así que los sujetos de su entorno se encuentran en una zona de desarrollo próximo, contribuyendo a alcanzar objetivos de alto orden, lo que implica una construcción del conocimiento científico, entendido como un sistema social construido de comprensiones, suposiciones y procedimientos compartidos (Tolman y Vigotsky citados en Aguiar, 2011).

Los modelos científicos son útiles para el alumno porque le permiten reemplazar palabras con imágenes. Así resuelve parcialmente la complejidad del lenguaje científico y resulta más sencillo que genere la evidencia de su aprendizaje. La capacidad de imaginar es importante porque en el trabajo experimental se describen elementos o procesos que no se perciben con los sentidos; sin embargo, los modelos se convierten en una referencia concreta para representar y profundizar el mundo de lo abstracto. Por lo tanto, la transición entre los niveles macroscópico y microscópico siguen una secuencia organizada (Gallegos y Garritz, 2000) que facilitará a los estudiantes desarrollar un nivel cognitivo más robusto.

Es ampliamente conocido el uso de modelos que aportan elementos motivacionales en las clases y, para mejorar su eficiencia, es importante que se

usen con otras estrategias de aprendizaje (Raviolo, 2009). Se sugiere tratar de no presentar a los estudiantes los modelos como imposiciones de un punto de vista ni una forma de descripción o como realidad visible, sino como representaciones construidas, calculables y simplificadas, para que los puedan aplicar como construcciones hipotéticas y heurísticas y no como dogmas definitivos cerrados (Baeza, 2010).

El aprendizaje con modelos puede tener lugar en dos momentos del proceso: en la construcción y en la utilización del modelo. Cuando se construye un modelo, creamos un tipo de estructura representativa, desarrollando una forma científica de pensar. Cuando se utiliza un modelo, se aprende sobre la situación representada por el mismo (Morrison y Morgan, 1999, citados en Justi, 2006).

En esta unidad didáctica, los alumnos construyen un modelo con materiales que usan en la vida cotidiana y que deben manipular para formar una imagen mental de que las partículas se mueven y de que la materia tiene huecos, para lograr una mediación entre lo que ellos pueden captar con sus sentidos y lo abstracto (Aragón, Jiménez, Oliva y Aragón, 2018).

Análisis científico

El análisis científico tiene como objetivos la estructuración de los contenidos en la enseñanza, la actualización y reflexión científica por parte del profesor (García y Garritz, 2006). En este proceso de análisis científico es importante tener presente que los problemas relacionados con el aprendizaje escolar están condicionados en gran parte por la especificidad del contenido de la enseñanza, que al considerar el cambio conceptual se tiene que conocer y reflexionar sobre el significado y relación de los conceptos implicados y hacia ahí dirigir los aprendizajes de los alumnos; esto nos debe servir para seleccionar los objetivos, estrategias didácticas o de evaluación, y guiar las indagaciones sobre las ideas previas de los alumnos, mientras nos ocupamos de las implicaciones didácticas que de ellas se deriven (Sánchez y Valcárcel, 1993).

El procedimiento que hay que seguir en el análisis científico es el siguiente: seleccionar los contenidos, definir el esquema conceptual, delimitar procedimientos científicos y delimitar actitudes científicas (Sánchez y Valcárcel, 1993)

Seleccionar los contenidos

La selección de contenidos para enseñanza secundaria para el desarrollo de la Unidad Didáctica del tema, “El Modelo Cinético Molecular de la Materia” según el *Plan y programas de estudio para la educación básica* (SEP, 2017, p. 379), son los siguientes:

- Características e importancia de los modelos en la ciencia.
- Ideas en la historia acerca de la naturaleza continua y discontinua de la materia:

Demócrito, Aristóteles y Newton; aportaciones de Clausius, Maxwell, Boltzmann.
- Aspectos básicos del modelo cinético de partículas: microscópicas indivisibles, con masa, movimiento, interacciones y vacío entre ellas.

Definir el esquema conceptual

En el mapa conceptual de esta propuesta didáctica (anexo 1) están integrados todos los conceptos temáticos desarrollados en esta unidad didáctica y se establecen las principales relaciones entre los conceptos del tema “El Modelo Cinético Molecular de la Materia” (Kind, 2004; Raviolo, 2009 y Gómez *et al.*, 2004). En el mapa de conceptos que se desarrollará en esta propuesta didáctica se describe la teoría cinética molecular basada en los siguientes enunciados:

- La materia está formada por partículas pequeñísimas que no podemos ver a simple vista. Estas partículas son átomos, moléculas o iones.
- El espacio entre las partículas está vacío.
- Las partículas están en continuo movimiento; estas partículas vibran, se desplazan o se mueven libremente en cualquier dirección.
- Al vibrar las partículas, el cuerpo adopta una forma definida y sus partículas se encuentran fuertemente unidas entre sí.
- Si las partículas se desplazan, la forma del cuerpo cambia porque las partículas están equilibradamente unidas entre sí.
- Cuando las partículas se mueven libremente en cualquier dirección, el cuerpo no tiene forma ni volumen propio, sus partículas están débilmente unidas.
- Entre las partículas existen fuerzas de cohesión y repulsión, que en los sólidos son grandes, en los líquidos están en equilibrio y en los gases las fuerzas cohesivas son pequeñas. Esto explica los estados de agregación de la materia.

La teoría cinética molecular utiliza modelos como el modelo cinético molecular para explicar la estructura de la materia desde el punto de vista submicroscópico y así su discontinuidad, que es su fundamento.

Un modelo es una representación abstracta que provee una explicación parcial de algún fenómeno, proceso, objeto o hecho. Los modelos se caracterizan por ser analogías de la realidad. Son aceptados por la comunidad científica, son instrumentos para la ciencia, pueden ser sustituidos a través de la historia, son representaciones de algo, se construyen, son más sencillos que lo que representan. Son puentes de comunicación con el mundo real.

Los modelos son importantes para la ciencia. Revelan información de variables, facilitan el estudio del fenómeno, predicen el comportamiento del fenómeno, proporcionan información sobre resultados experimentales u observados.

Los modelos se clasifican en iconos y conceptuales. Los iconos representan imágenes u objetos de diferente tamaño; por ejemplo, aviones y automóviles a escala. Los modelos conceptuales están relacionados con el lenguaje y pueden ser representados a través de fórmulas, maquetas, diagramas, imágenes. Un ejemplo es el modelo cinético molecular.

Delimitar los procedimientos científicos

- Describir las características y la importancia de un modelo científico para generar explicaciones en la ciencia.

Los estudiantes hacen una investigación de las características de los modelos científicos en libros de Ciencias II y reflexionan la importancia que tienen éstos para la ciencia. Mediante una discusión concluyen por qué son importantes para la ciencia.

- Construir modelos científicos reconociendo las limitaciones, pero valorando las posibilidades que éstos brindan para comprender la estructura corpuscular de la materia y así incrementar su propio conocimiento.

En esta unidad didáctica los estudiantes construyen un modelo con materiales que usan en la vida cotidiana y que deben manipular para formar una imagen mental en la que las partículas se mueven y la materia tiene huecos, para lograr una mediación entre lo que ellos pueden captar con sus sentidos y lo abstracto.

- Reconocer que la evolución que ha tenido el modelo cinético de partículas depende del trabajo y las aportaciones de varios científicos.
- Mediante la proyección y análisis del video *Los modelos en la ciencia. Ideas de la materia: Demócrito, Aristóteles y Newton* (Florida Fiscal Albares, 2017), y la narración complementaria del profesor, ellos pueden valorar el trabajo desarrollado por los científicos durante años para llegar a tener el modelo actual

de partículas y reflexionar sobre la evolución que tuvo el modelo cinético de la materia.

- Distinguir la naturaleza de la materia de lo continuo a lo discontinuo.

Los alumnos construyen un modelo con bolitas de unicel para tratar de entender la discontinuidad de la materia.

- Identificar que la estructura de la materia está formada por partículas pequeñísimas.

A través de las estrategias de enseñanza utilizadas en las secuencias de esta unidad didáctica, los alumnos van asimilando que la materia está integrada por partículas pequeñísimas que no se ven a simple vista. Demócrito llamó *átomos* a esas partículas (Florida Fiscal Albares, 2017).

- Deducir, por medio de experimentos, que la materia tiene espacios vacíos entre sus partículas.

Al usar los modelos que construyen los estudiantes con bolitas de unicel, que de forma análoga representan las partículas de la materia introduciéndoles aire, observan que las partículas se mueven porque hay espacios o huecos entre ellas, que en cada modelo están representadas por pequeñas bolitas de unicel.

- Operar los experimentos con instrumentos sencillos y material de laboratorio. Utilizando técnicas de trabajo, de registro y organización de datos incluyendo un lenguaje científico para la comunicación de resultados.

En este experimento se usan materiales sencillos, como pequeñas bolitas de unicel, botellas de refresco de plástico y manguera para administrar soluciones de suero. Las técnicas de trabajo son sencillas, tanto para la construcción de modelos como para la manipulación. El profesor trata de que los estudiantes se expresen con un lenguaje científico para que se familiaricen con él.

- Identificar los estados de agregación y sus nombres.

Con los modelos construidos, los estudiantes van a identificar y concluir que cada uno muestra un estado de la materia: el que tiene más esferas de unicel representa el estado sólido, aquí las partículas vibran; el que tiene una cantidad

regular de esferas va a representar el estado líquido, las partículas se mueven un poco más que en el modelo que representa el estado sólido; y el que tiene muy pocas esferas representan el estado gaseoso y las partículas se mueven libremente.

- Conocer las características fundamentales de cada estado de agregación y su relación con la teoría cinética molecular.

Al llevar a cabo la actividad en la que tienen que representar gráficamente cómo se encuentran las partículas en cada material que el profesor les muestra mediante imágenes de un cilindro de gas, un río, una roca y una gelatina, los estudiantes deben relacionar cada estado de agregación de la materia con el modelo cinético molecular para hacer la representación con dibujos, mientras observan las características de cada estado de agregación

Delimitar actitudes científicas

- Saber aplicar el modelo cinético molecular para explicar hechos o fenómenos de una manera similar a como lo hace la ciencia.
- Adoptar una posición de apertura, reflexión y crítica a la evolución del modelo cinético de la materia hasta llegar al modelo actual.
- Mostrar curiosidad por la estructura de la materia.
- Mostrar interés en el ámbito de los modelos y las teorías para construir explicaciones de los fenómenos que observa en su vida cotidiana.
- Interpretar la naturaleza discontinua de la materia.
- Desarrollar agrado por el trabajo individual y grupal, respetando siempre el rigor del trabajo científico.
- Buscar información de temas en fuentes disponibles; analizar las fuentes, confrontarlas y comunicarlas en forma oral o mediante la elaboración de informes, valorando calidad, claridad y pertinencia de los mismos.
- Mostrar disposición para fundamentar los argumentos propios y consideración respetuosa a los ajenos.

- Valorar la importancia de los modelos científicos para la ciencia como modo de representar la realidad.

Análisis didáctico

Los indicadores de capacidad cognitiva para determinar lo que el alumno es capaz de hacer y aprender son sus ideas previas, y el nivel de desarrollo operatorio en el que se encuentra en relación con las actividades intelectuales necesarias para la comprensión cabal del tema (Sánchez y Valcárcel, 1993; García y Garritz, 2006). El profesor indaga y analiza las ideas previas o concepciones alternativas para lograr el aprendizaje significativo, ya que los alumnos llegan al aula con sus propios puntos de vista, sus explicaciones personales, sus propios métodos de investigación, su propio lenguaje con sus significados de palabras y su propia perspectiva acerca de la ciencia.

Los estudiantes usan similitudes y diferencias para organizar información y los fenómenos, reúnen datos y construyen modelos para explicar hechos conocidos y hacer predicciones (Osborne y Bell 1983; Treagust *et al.*, 2000, citados en Trinidad-Velazco y Garritz, 2003). Todo esto influye para su aprendizaje, inclusive también para motivarlos. Estas ideas son permeables a la edad, la capacidad, el género y el nivel cultural; son resistentes al cambio cuando se utilizan estrategias de enseñanza tradicional, guardan semejanza con explicaciones de fenómenos naturales que han aportado previamente científicos y filósofos, tienen su origen en experiencias personales, incluyendo la observación directa, la percepción y las explicaciones de los profesores y de los materiales instruccionales.

A veces las concepciones alternativas de los estudiantes interactúan con las presentadas durante la instrucción dando diversos resultados de aprendizaje (Wandersee *et al.*, 1994, citados en Trinidad-Velazco y Garritz, 2003). Muchas de estas ideas o teorías implícitas cotidianas con las que llegan los estudiantes están muy arraigadas y persisten en muchos casos. Aun cuando han recibido instrucción y no son sustituidas por teorías científicas, dan respuesta a partir de su experiencia macroscópica y no submicroscópica, como se desearía (Gómez *et al.*, 2004).

Preguntas previas durante el desarrollo de los procesos de enseñanza y aprendizaje

Con base en el análisis de las preguntas previas y de las que se hacen durante el desarrollo de las secuencias en las sesiones de características e importancia de los modelos, las ideas en la historia acerca de la naturaleza continua y discontinua de la materia y los aspectos básicos del modelo cinético de las partículas, es decir, partículas microscópicas invisibles, con masa, movimiento, interacciones y vacío entre ellas, se pretende obtener la siguiente información:

— ¿Qué sé de los modelos científicos?

Con esta pregunta, el profesor conoce lo que el alumno sabe de los modelos científicos en el momento de iniciar el tema.

— ¿Qué quiero saber sobre los modelos científicos?

El profesor puede determinar el interés que tiene el estudiante por saber sobre los modelos científicos que usa la ciencia.

— ¿Qué otros modelos que se utilizan en la ciencia conozco y cómo son?

Aquí se introduce al alumno a que conozca las características y los tipos de modelos que la ciencia utiliza para que posteriormente los clasifique.

— ¿Por qué son importantes los modelos en la ciencia?

Se espera que los estudiantes, al dar respuesta, reflexionen sobre la importancia que tienen los modelos para la ciencia, porque la ciencia y los modelos son inseparables (Oliva *et al.*, 2003), ya que es a través de éstos que la ciencia logra explicar muchos fenómenos.

— ¿Cómo sería el avance de la ciencia sin modelos?, ¿qué harían los científicos si no se usaran los modelos en la ciencia?

Estas dos preguntas tienen el propósito de hacer reflexionar a los estudiantes sobre los avances y logros que ha tenido la ciencia cuando los científicos usan y se apoyan en los modelos científicos.

— ¿Qué significa que cambien los modelos científicos?

Los alumnos descubrirán que los modelos y, en consecuencia, la ciencia cambian con el tiempo. Con esta pregunta, el profesor trata de indagar qué tanto sabe el estudiante sobre los cambios que va teniendo la ciencia a través del tiempo, ya que los modelos juegan un papel muy importante en la evolución y en la estructura de la ciencia (Oliva *et al.*, 2003).

— ¿Qué aprendí de los modelos científicos?

Con esta pregunta, el profesor evalúa lo que los alumnos lograron incorporar sobre los modelos científicos.

— ¿Cómo se relaciona lo que propuso Demócrito sobre la constitución de la materia con el modelo actual?

Se pretende que el estudiante reflexione sobre los cambios que tienen los modelos a través del tiempo con las aportaciones que han hecho los científicos sobre la estructura de la materia, desde la antigüedad hasta la actualidad.

— ¿Qué argumentos de los que han aportado los científicos me convencen más acerca de la constitución de la materia?

Con esta pregunta, el profesor indaga si el estudiante entiende la discontinuidad de la materia.

— ¿Consideran ustedes que la ciencia nunca termina?, ¿por qué?

A través de esta pregunta, el profesor trata de que los estudiantes se den cuenta de los cambios que va teniendo la ciencia a través del tiempo; de que la ciencia no es estática, siempre está cambiando.

— ¿Sabes por qué no puedes pasar a través de las paredes, pero sí del agua?

Con esta pregunta, se pretende conocer lo que sabe el alumno sobre los espacios vacíos o huecos que tiene la materia entre sus partículas, la relación que guardan los espacios vacíos o huecos con las fuerzas de adhesión y cohesión de las partículas, los estados de agregación y el movimiento de dichas partículas.

— ¿Cómo es la materia *por dentro*? Explícalo con un dibujo (Martínez *et al.*, 1993).

Con esta pregunta, los estudiantes retoman el momento de la clase en el que construyen un modelo sencillo para representar cómo está constituida la materia; así pueden indagar la concepción acerca de la discontinuidad de la materia al representar con dibujos, los materiales que les muestra el profesor.

— ¿La materia tiene huecos entre sus partículas?, ¿qué hay entre esos huecos?

Estas preguntas son útiles para saber qué tanto comprendió el alumno sobre el comportamiento de las partículas que constituyen la materia después de haber construido el modelo en el laboratorio. La respuesta de los estudiantes a esta pregunta es que en los huecos hay más partículas, aire, polvo, un gas, etc. Se les dificulta mucho concebir la existencia de vacío (Trinidad-Velazco y Garritz, 2003)

Las ideas previas que los estudiantes aportan se analizan, discuten, seleccionan y reflexionan entre ellos mismos, guiados por el profesor, para que cambien su estatus o elijan las ideas de otros estudiantes que sean más cercanas a las científicamente aceptadas. De esta forma se inicia el desarrollo de nuevos conceptos que se van a aproximar a los científicamente aceptados (García y Garritz, 2006).

Lo anterior se logrará en parte con las estrategias de aprendizaje propuestas en esta unidad didáctica; después se va a complementar con la repetición de los conceptos en los niveles de enseñanza posteriores al de secundaria, ya que la discontinuidad de la materia se va asimilando paulatinamente (Trinidad-Velazco y Garritz, 2003).

Con la investigación que hacen los alumnos de modelos en los libros de ciencias adquieren conocimiento y desarrollan habilidades y destrezas para manejar información. El uso de la tabla SQA (lo que sé, lo que quiero saber y lo que aprendí, anexo 2) conectará sus ideas previas del tema con el nuevo conocimiento y así iniciar el proceso de construcción de ese nuevo conocimiento, que va paulatinamente a través del proceso de enseñanza aprendizaje que se desarrolla en la secuencia.

Las ciencias construyen y emplean los modelos para poder comprender los fenómenos, los cuales deben ser limitados, pero a la vez deben permitir explicar

una gran cantidad de fenómenos. Cuando los estudiantes observan los modelos que les muestra el profesor, se interesan por el tema y entienden mejor el concepto de modelo y lo que ayuda a alcanzar los objetivos del aprendizaje. Su uso tiene una importancia fundamental en este tema y, por lo tanto, también es importante la modelización que en esta unidad didáctica se utiliza para que los alumnos a manera de reforzamiento construyan sus modelos con esferas pequeñas de unicel, de forma semejante al modelo cinético molecular de la materia, que es básico en este nivel de secundaria y, dada su aplicación e importancia, expone el comportamiento de los cuerpos en un nivel microscópico y, mediante él, es posible explicar, dar respuesta y comprender muchos fenómenos que pueden parecer *mágicos*, y que van más allá de los que comúnmente vinculamos a la física o a la química (Baeza, 2010).

Con el mapa conceptual que construyen los estudiantes sobre los modelos científicos en la secuencia didáctica “Características e importancia de los modelos en la ciencia” de esta unidad, el profesor puede evaluar la visión que tienen sobre el tema y observar la relación y formas que tienen de organizar la información asociada a dicho conocimiento.

Es importante que, en este tema los estudiantes revisen la evolución que ha tenido la estructura de la materia a través de los años, para que comprendan la importancia de los modelos en el avance de la ciencia. El profesor les da a conocer a los estudiantes el objetivo del video ya mencionado (Florida Fiscal Albares, 2017), para que observen cómo se ha construido la ciencia a través del tiempo, logren profundizar en el tema y refuercen este aprendizaje con la línea de tiempo que construyen.

En el desarrollo de esta unidad didáctica se presentan actividades orientadas a los diferentes estilos de aprendizaje: en el estilo visual observan el video, además de que comprueban y observan el movimiento y espacio de las partículas en su modelo construido; en el aprendizaje kinestésico con la construcción de su modelo de partículas, la elaboración de la línea del tiempo y también al desarrollar la representación con dibujos de las partículas en materiales sólidos, líquidos o gaseosos; el aprendizaje auditivo se logra escuchando el video, con la narración del

profesor sobre los modelos a través de la historia, con la lectura de la síntesis sobre el video, con las discusiones, con el diálogo y los debates desarrollados en las secuencias.

Secuencias didácticas

Se presenta el desarrollo de las secuencias didácticas para alumnos de segundo año de secundaria con el tema “El Modelo Cinético Molecular de la Materia”, basado en los planes y programas de *Aprendizajes clave para la educación integral. Plan y programas de estudio para la educación básica* (SEP, 2017), en el cual el tema se enfoca desde el punto de vista del modelo cinético de partículas, para lo cual tenemos que ver previamente lo que son los modelos científicos, las ideas que se fueron construyendo a través del tiempo sobre la naturaleza continua y discontinua de la materia, hasta llegar a los aspectos básicos del modelo cinético de la materia.

Sesiones que conforman las secuencias didácticas

Perfil y características del grupo	Grupo integrado por 38 alumnos de segundo grado de secundaria, de los cuales 16 son mujeres y 22, hombres. El grupo en general muestra buenas relaciones interpersonales. De éstos, sólo 21 alumnos muestran interés y responsabilidad por el trabajo y 10 son buenos estudiantes; los demás muestran desmotivación, desagrado por el estudio, irresponsabilidad, no asisten regularmente a clases, provienen de familias desintegradas y algunos, tienen problemas de drogadicción. Trabajar con ellos en equipos, hacer experimentos y compartir estilos de aprendizaje beneficia el trabajo en el grupo.
Objetivo general de la secuencia	Que el alumno comprenda cómo está constituida la materia a nivel submicroscópico y pueda interpretar los fenómenos naturales de la vida cotidiana.
Ubicación y conexión con el currículum	Ciencias II con énfasis en física. Eje: Materia, Energía e Interacciones. Tema: Propiedades. Secundaria, segundo año.
Objetivos particulares de la secuencia	El alumno <ul style="list-style-type: none">▪ Identifique los modelos científicos.▪ Reconozca los modelos científicos como parte fundamental de la ciencia.▪ Reconozca el modelo cinético de partículas como la base de la evolución de la ciencia.▪ Comprenda la constitución de la materia a nivel submicroscópico.▪ Interprete los fenómenos naturales basándose en el modelo cinético de partículas.

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Elabore un modelo para representar la discontinuidad de la materia. ▪ Comprenda lo importante que son los modelos para la ciencia. ▪ Describa los aspectos básicos que conforman el modelo cinético de partículas.
Número de secuencias	Dos secuencias de 50 minutos cada una y una secuencia de 100 minutos.
Conceptos (saber)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Teoría cinética molecular ▪ Materia ▪ Partículas (molécula, átomo, ion) ▪ Modelo científico ▪ Modelo cinético molecular ▪ Clasificación ▪ Fenómeno natural ▪ Conocimiento científico ▪ Estados de agregación de la materia
Procedimientos (saber hacer)	<p>El alumno</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Adquiere la capacidad de síntesis y de análisis ▪ Aplica habilidades interpersonales para el trabajo colaborativo ▪ Comunica que los modelos son muy importantes para la ciencia y la ciencia está en constante evolución ▪ Representa las etapas de evolución que ha tenido la constitución de la materia a través de la historia ▪ Construye en forma analógica un modelo de partículas para la comprensión del tema ▪ Identifica en varios materiales cómo se encuentran distribuidas las partículas que los constituyen
Actitudes (ser)	<p>El alumno</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Manifiesta un pensamiento científico para investigar y explicar conocimientos sobre el mundo natural en una variedad de contextos ▪ Aplica el pensamiento crítico y el escepticismo informado al diferenciar el conocimiento científico del que no lo es ▪ Valora la ciencia como un proceso en construcción permanente ▪ Se interesa y motiva por interpretar los fenómenos naturales de su contexto

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Realiza interpretaciones, conclusiones y representaciones de fenómenos y procesos naturales ▪ Participa activamente en exposiciones y construcción de modelos ▪ Se responsabiliza ante las actividades y tareas realizadas ▪ Es recto ▪ Es constante en el trabajo desarrollado en el tema.
--	---

Los modelos en la ciencia				
Secuencia didáctica. Primera etapa (sesión de 50 minutos)				
Aprendizaje didáctico	Describe las características del modelo de partículas y comprende su relevancia para representar la estructura de la materia.			
Identificación y manejo de ideas previas				
Para la identificación de las ideas previas de los alumnos en esta primera etapa, se van a emplear las preguntas <i>¿qué sé?</i> y <i>¿qué quiero saber?</i> , de la tabla SQA (lo que sé, lo que quiero saber y lo que aprendí. Anexo 2).				
Actividades y estrategias de motivación y colaboración				
El profesor logra la motivación con la pregunta <i>¿qué quiero saber de los modelos científicos?</i> , de la tabla SQA; también cuando les muestra a los alumnos diferentes modelos científicos, como la célula, una molécula en tercera dimensión, una maqueta de las ondas sísmicas, una maqueta de las leyes del movimiento, un mapa y con el debate sobre la importancia que tienen los modelos para la ciencia.				
Tiempo	Actividades de enseñanza-aprendizaje	Manejo de grupo	Estrategias	Materiales y recursos tecnológicos
Una clase de 50 minutos	Inicio: 1. Se inicia con las preguntas <i>¿qué sé de los modelos científicos?</i> y <i>¿qué quiero saber de los modelos científicos?</i> , de la tabla SQA (anexo 2). Cada	Individual	Inmersión Temática	Formato fotocopiado de la tabla SQA para cada alumno Cuaderno Pluma pegamento

	alumno anota sus respuestas en el formato de la tabla SQA y lo pega en su cuaderno			
	2. El profesor solicita oralmente las respuestas de las dos preguntas anteriores al azar. Las respuestas se analizan y reflexionan, hasta llegar a la más acertada, y se anota en el pizarrón.	Grupal	Pregunta exploratoria Diálogo	Pizarrón Marcadores para pizarrón
	Desarrollo: 3. El profesor les muestra a los alumnos algunos modelos, como un mapa, la célula, el sistema solar (en tercera dimensión), la fórmula $V=d/t$.	Grupal	Demostrativa	Modelos científicos Cinta adhesiva Pizarrón Marcadores para pizarrón
	4. El profesor pregunta: ¿qué otros modelos que utilizan en la ciencia conocen y cómo son? En equipo, los alumnos hacen una lista en su cuaderno e investigan tipos y características en libros de ciencias que el profesor les proporciona.	Equipos de 4 alumnos	Interrogatorio Investigación en libros de ciencias	Cuaderno Pluma Libros de Ciencias I y Ciencias II

	<p>5. En una hoja de papel rotafolio, los alumnos elaboran una tabla, clasificando la lista de modelos. Pegan las tablas en el pizarrón y en la pared del salón, las comparan, las discuten y las corrigen. Un equipo va elaborando la tabla corregida en un papel rotafolio. Los alumnos anotan la tabla corregida en su cuaderno.</p>	<p>Equipos de 4 personas</p>	<p>Trabajo colaborativo Exposición</p>	<p>Marcadores Hoja de papel rotafolio Tablas elaboradas por los equipos Cinta adhesiva Cuaderno Pluma</p>
	<p>Cierre:</p> <p>6. El profesor da a los equipos las preguntas fotocopiadas para debatir:</p> <p><i>¿Por qué son importantes los modelos para la ciencia?</i></p> <p><i>¿Cómo sería el avance de la ciencia sin modelos?</i></p> <p><i>¿Qué harían los científicos si no se usaran los modelos en la ciencia?</i></p> <p>En equipos dirigidos por el profesor, comentan y debaten el tema, llegando a conclusiones.</p>	<p>Equipos de 4 alumnos</p>	<p>Discusión en equipos Debate</p>	<p>Cuaderno Pluma Fotocopias con las preguntas</p>

	<p>7. Los alumnos elaboran de tarea un mapa conceptual que contenga: qué es un modelo, la importancia que tienen para la ciencia, los tipos que hay y las características que tienen y resuelven en la tabla SQA la última pregunta: <i>¿qué aprendí?</i></p>	Individual	<p>Síntesis Inmersión temática</p>	<p>Cuaderno Regla Lápices de colores Pluma Lápiz</p>
--	---	------------	--	--

Evaluación del aprendizaje del alumno

<p>Actividades/instrumentos para la evaluación inicial:</p> <p>Las actividades que se van a evaluar al inicio del tema se harán con:</p> <p>Las preguntas <i>¿qué sé de los modelos?</i> y <i>¿qué quiero saber?</i>, de la tabla SQA (anexo 2). Con estas preguntas, el profesor sabe lo que los alumnos conocen del tema. También empieza a observar y a valorar el grado de participación de los alumnos y la calidad de sus exposiciones e intervenciones en clase.</p>
<p>Estrategias/instrumentos para la evaluación formativa:</p> <p>Con la pequeña investigación que hacen los alumnos sobre los modelos, el profesor evalúa con una lista de cotejo (anexo 3), para saber qué tanto entendieron los alumnos el concepto de modelo.</p> <p>El profesor evalúa la discusión de los equipos con una lista de cotejo (anexo 4), para lograr clasificar los modelos científicos.</p>
<p>Estrategias/instrumentos e informe de la evaluación sumativa y la autoevaluación del aprendizaje:</p> <p>La evaluación sumativa se hace con una rúbrica del debate (anexo 5) y con otra rúbrica para el mapa de conceptos (anexo 6).</p> <p>Autoevaluación</p> <p>La van a hacer los alumnos con la pregunta <i>¿qué aprendí de los modelos?</i>, de la tabla SQA (anexo2)</p>

Fecha de aplicación de SD:	
----------------------------	--

Ideas en la historia en torno a la estructura de la materia				
Secuencia didáctica, Segunda Etapa (sesión de 50 minutos)				
Aprendizaje didáctico		Describe las características del modelo de partículas y comprende su relevancia para representar la estructura de la materia.		
<p>Identificación y manejo de ideas previas: mediante el uso de la técnica 1, 2, 4, que consiste en formar equipos de 4 alumnos y nombrar un secretario, para resolver las preguntas exploratorias, como <i>¿Qué significa que cambian los modelos científicos?</i>, <i>¿Consideras que los modelos científicos ayudan a construir el conocimiento?</i> y <i>¿Crees que ya no hay nada por descubrir o explicar sobre la constitución de la materia?</i></p>				
<p>Actividades y estrategias de motivación y colaboración</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Video <i>Los modelos en la ciencia. Ideas de la materia: Demócrito, Aristóteles y Newton</i> (Florida Fiscal Albares, 2017), para aumentar la curiosidad en el alumno. ▪ Narración sobre los cambios que ha tenido el modelo de descripción de la materia. Esta narración será en forma de cuento, dándole la entonación necesaria a cada etapa. ▪ Como actividad extraclase, los alumnos preparan el dispositivo que emplearan en la construcción del modelo de partículas en la práctica del laboratorio. 				
Tiempo	Actividades de enseñanza-aprendizaje	Manejo de grupo	Estrategias	Materiales y recursos tecnológicos
Una clase de 50 minutos	<p>Inicio:</p> <p>1.El profesor les indica que el objetivo de ver el video de Florida Fiscal Albares (2017) es que los alumnos observen cómo se construye la ciencia.</p>	Individual	Audiovisual	Video Equipo audiovisual Aula de video Cuaderno Pluma
	<p>2. El grupo se organiza en equipos y el profesor los interroga con las siguientes preguntas, que les presenta escritas en un papel rotafolio y las cuales</p>	Equipos de 4 alumnos	Preguntas exploratorias	Lámina Cuaderno Pluma

	<p>están relacionadas con el video:</p> <p>a) ¿Qué significa que cambian los modelos científicos?</p> <p>b) ¿Consideras que los modelos científicos ayudan a construir el conocimiento?</p> <p>c) ¿Crees que ya no hay nada por descubrir o explicar sobre la constitución de la materia?</p>			
	<p>3. Los integrantes de cada equipo eligen un secretario y dan respuesta a cada pregunta. El secretario de cada equipo escribe en su cuaderno las respuestas de sus compañeros, incluyendo la suya. El equipo acuerda cuáles son las respuestas que van a aportar al grupo.</p>	Equipos de 4 alumnos	Técnica de 1, 2, 4	Cuaderno Pluma
	<p>4. El profesor elige a los equipos para que den las respuestas, y junto con los alumnos las analizan para hacer la reformulación.</p>	Equipos de 4 alumnos	Técnica de 1, 2, 4	Pizarrón Marcadores Para pizarrón Cuaderno
	<p>Desarrollo:</p> <p>5. El profesor complementa el video, narrando en forma de cuento los hechos que faltan y utilizando láminas de los personajes que no fueron tratados en el</p>	Profesor Equipos de 4 alumnos	Narrativa Síntesis	Láminas de Empédocles, Leucipo, Dalton, Maxwell, Clausius, Boltzman Cuaderno

	video. Los alumnos que ya estaban organizados por equipos van haciendo sus anotaciones para formular su resumen.			Pluma
	6. Cada equipo dará lectura a su síntesis y, cuando un integrante del equipo lee, el resto de los equipos va identificando los sucesos de la lectura que les faltan y los agregan al resumen que elaboraron.	Equipos de 4 alumnos		Cuaderno Pluma Síntesis
	Cierre: 7. Comentar sobre el carácter inacabable de la ciencia. Se forma un diálogo que se inicia con el profesor preguntando: ¿Consideran ustedes que la ciencia nunca termina?, ¿por qué? Los alumnos hacen sus anotaciones.	Profesor y alumnos	Diálogo	Cuaderno Pluma
	8. Hacer de tarea una línea del tiempo en su cuaderno, usando la síntesis corregida y elaborada en clase.	Individual	Organizador visual	Regla Papel y lápices de colores Lápiz Marcadores Cuaderno Pluma
Actividades extractase				

	<p>1. El equipo se organiza para que uno de los integrantes compre con anticipación la manguera para administrar suero, de una longitud de 150 cm y un diámetro de 0.5 mm, y la corte en tres tramos de 50 cm de longitud cada uno, estos tramos los entrega a sus otros compañeros de equipo para que cada uno prepare una botella en su casa.</p>	Equipos de 4 alumnos	Tarea dirigida	<p>3 botellas de refresco de plástico de 600 ml, con tapa y limpias</p> <p>3 mangueras de plástico de 0.5 mm de diámetro y 50cm de longitud</p> <p>Pegamento de silicón líquido</p> <p>Un compás</p>
<p>2. A cada botella de refresco le hacen un orificio en la parte más baja, medio centímetro arriba de la base, usando la punta de metal del compás.</p>				
<p>3. Colocar la manguera en el orificio y pegarla.</p>				
<p>4. Dejar que el pegamento seque bien y hasta el día siguiente usarla.</p>				
<p>5. Llevarla a la escuela para seguir construyendo el modelo.</p>				

Evaluación del aprendizaje del alumno

Actividades/instrumentos para la evaluación inicial: Se evalúa con las tres preguntas que hace el profesor a los alumnos con base en lo que vieron en el video.
Estrategias/instrumentos para la evaluación formativa: La evaluación se hace con la síntesis que elaboran los estudiantes; para esto, el profesor usa la escala de rango (anexo 7).
Estrategias, instrumentos e informe de la evaluación sumativa y la autoevaluación del aprendizaje: Se evalúa con una rúbrica, la línea del tiempo que elaboran los alumnos (anexo 8); el diálogo que se establece sobre el carácter inacabable de la ciencia se evalúa con una lista de cotejo (anexo 9). Autoevaluación: Los alumnos contestan el anexo 10.

Fecha de aplicación de SD:	
----------------------------	--

Aspectos básicos del modelo cinético de las partículas Secuencia didáctica, Tercera Etapa (sesión de 100 minutos)	
Aprendizaje didáctico	Describe las características del modelo de partículas y comprende su relevancia para representar la estructura de la materia.
Identificación y manejo de ideas previas: mediante una lluvia de ideas y el manejo del grupo en forma individual.	
Actividades y estrategias de motivación y colaboración: <ul style="list-style-type: none">▪ Con la pregunta detonadora.▪ Con la construcción del modelo.▪ Con la observación del movimiento que tienen las bolitas de unicel en el modelo que construyen e imaginarse que así se mueven las partículas en la materia.	

Tiempo	Actividades de enseñanza-aprendizaje	Manejo de grupo	Estrategias	Materiales y recursos tecnológicos
Primera clase de 50 minutos	<p>Inicio:</p> <p>1.El profesor interroga al grupo con la siguiente pregunta:</p> <p>¿Sabes por qué no puedes pasar a través de las paredes, pero sí a través del agua?</p> <p>Se anotan las respuestas más relevantes en el pizarrón.</p> <p>El profesor les presenta una imagen del modelo cinético de la materia y los alumnos de forma análoga priorizan las respuestas más asertivas para hacer la reformulación y llegar a la respuesta correcta</p>	Profesor y alumnos	Lluvia de ideas (anexo11) Demostrativa	Lámina del modelo cinético de la materia
	<p>Desarrollo:</p> <p>2. Los alumnos construyen modelos sencillos para representar cómo está constituida la materia. Se les entrega las instrucciones en copia fotostática. (anexo 12).</p>	Equipos de 4 alumnos	Experimental	Aula de laboratorio Bata blanca Copia fotostática del instructivo del experimento
	<p>3. Cada equipo llena las botellas que previamente prepararon, de la siguiente forma:</p>	Equipos de 4 alumnos	Trabajo colaborativo y observación	3 botellas de refresco de plástico con conexión de manguera ya integrada.

	<p>a) Se llena la primera botella con bolitas de unicel hasta 2 cm debajo de la tapa.</p> <p>b) Se agrega a la segunda botella una cuarta parte de bolitas de unicel.</p> <p>c) A la última botella se le agrega un puñado pequeño de bolitas de unicel.</p> <p>Se tapan las botellas, dejando la tapa un poquito abierta. Se conecta la bomba de aire a cada una de las mangueras de las botellas. Se deja pasar aire y las bolitas se mueven, los alumnos observan cómo es el movimiento y la separación de las partículas (bolitas de unicel) en cada uno de los modelos.</p> <p>Mientras los alumnos construyen los modelos, el profesor va registrando el trabajo de cada alumno en una lista de cotejo (anexo 13)</p>			<p>Bolitas de unicel de 3 mm de diámetro</p> <p>Bomba de aire para inflar balones</p>
	<p>4. Los alumnos resuelven las preguntas del instructivo y anotan la conclusión. Una vez terminado el reporte de la práctica, lo entregan al profesor</p>	<p>Individual</p>	<p>Cuestionario</p>	<p>Instructivo del experimento</p>

	para que sean evaluados (anexo 12).			
Segunda clase de 50 minutos	<p>Cierre:</p> <p>5. El profesor pregunta a los alumnos: ¿Cómo es la materia por dentro? Pide que anoten la respuesta en su cuaderno y muestra al grupo imágenes de un cilindro de gas, un río, una roca y una gelatina.</p>	Equipos de 4 alumnos	Interrogativa	Láminas de imágenes de diferentes tipos de materia Cuaderno Pluma
	<p>6. Los alumnos representan gráficamente en el papel rotafolio cómo se encuentran las partículas en los materiales que se les mostraron, considerando los enunciados de la teoría cinética molecular. El profesor evalúa las representaciones gráficas (anexo 14).</p>	Equipos de 4 alumnos	Trabajo colaborativo	Papel rotafolio Marcadores Lápiz Pluma
	<p>7. Pegan las láminas de los modelos de partículas en el salón de clase. El profesor elige los equipos para los comentarios de sus representaciones gráficas, un equipo comenta las representaciones de materiales sólidos; otro sobre materiales líquidos y a otro sobre</p>	Equipos de 4 alumnos	Trabajo colaborativo	Papel rotafolio Marcadores Lápiz Pluma

	materiales gaseosos. Al final se concluye.			
--	---	--	--	--

Evaluación del aprendizaje del alumno

<p>Actividades/instrumentos para la evaluación inicial:</p> <p>Para saber los conocimientos con los que llegan los alumnos sobre este tema, se hace con una lluvia de ideas y los resultados que arroje se registran en una lista de cotejo (anexo 11).</p>
<p>Estrategias/instrumentos para la evaluación formativa:</p> <p>Se evalúa individualmente a cada alumno con las preguntas del reporte del experimento en una guía de observación (anexo 13).</p>
<p>Estrategias, instrumentos e informe de la evaluación sumativa y la autoevaluación del aprendizaje:</p> <p>La evaluación sumativa se hace con la valoración de las representaciones graficas elaboradas por los alumnos, en una escala de rango (anexo 14) y con la reflexión.</p> <p>La autoevaluación se evalúa con las preguntas del anexo 15. El alumno debe registrar el nivel en el que considera que se encuentra.</p>

Fecha(s) de aplicación de SD:	
-------------------------------	--

Conclusiones

Esta unidad didáctica se fundamenta en una estrategia didáctica constructivista, promueve un aprendizaje significativo, logrando en los estudiantes los conocimientos científicos de la estructura submicroscópica de la materia, la aplicación del modelo cinético molecular de la materia, el interés por el tema, el intercambio de conocimientos, la motivación y desarrolla en ellos un espíritu crítico, reflexivo, de apertura y análisis por medio de la participación activa, así como interés por el tema.

Cuando se aplican y analizan las ideas previas, los estudiantes tienen una concepción estática y continua de la materia basada en su experiencia, extrapolando las características macroscópicas al ámbito microscópico, razón por la cual asumen, por ejemplo: que, si la materia es color ocre, sus átomos son color ocre. Pero al explicitar las ideas previas por medio de actividades sencillas, experimentales y atractivas, como las desarrolladas en las secuencias descritas, se logra la motivación y, al modificarlas y enriquecerlas, desarrollan interés por aprender el tema y son capaces de explicar fenómenos desde su perspectiva científica, basándose en la discontinuidad de la materia.

Se logra el aprendizaje esperado para el tema del modelo cinético de la materia, ya que comprenden la estructura corpuscular de la materia y también la comprensión de otros temas que corresponden al mismo curso de Ciencias II (Física). Lo anterior también se puede lograr para temas del curso de Ciencias III (Química), de tercero de secundaria, ya que la teoría cinética molecular es básica para el aprendizaje de varios temas de ciencias, además de que obtienen el conocimiento de la importancia que tienen los modelos en la ciencia para su evolución y avance. También logran reconocer las aportaciones que hacen los científicos para la construcción del modelo cinético de la materia.

Con el desarrollo de las secuencias se atienden los tres estilos de aprendizaje: visual, auditivo y kinestésico; también el desarrollo de habilidades y el empleo por parte de los estudiantes de un vocabulario científico relacionado con el modelo cinético de partículas. Lo anterior les permite reconocer, representar y explicar las propiedades submicroscópicas de la materia en diversos fenómenos naturales. Los

contenidos de los temas comprendidos en las secuencias logran el aprendizaje de la estructura submicroscópica de la materia.

La modelización que se desarrolla en esta estrategia didáctica facilita a los estudiantes la comprensión del tema en sus aspectos abstractos, tales como la existencia de vacío y movimiento entre las partículas, su ordenamiento y las distancias entre ellas, ayudándolos a alcanzar los objetivos del aprendizaje. Les ayuda a construir sus modelos, los motiva.

Las fortalezas de los alumnos son: el reemplazo de palabras con imágenes empleando modelos, capacidad de imaginar, el intercambio de conocimientos, la motivación, la curiosidad, la creatividad, la comunicación, la asimilación de la discontinuidad de la materia, el uso de la tabla SQA que les ayuda a construir su nuevo conocimiento, desarrollo de habilidades. Las destrezas para manejar la información y el agrado por conocer el tema. Las áreas de oportunidad son: lo abstracto del tema, desagrado por el estudio, las ideas previas muy arraigadas, los propios puntos de vista que tienen con respecto a la composición de la materia, sus explicaciones personales, su propia perspectiva acerca de la ciencia, dificultad para concebir la existencia de vacío y el lenguaje propio con el que llegan los estudiantes al aula. Al lograr los estudiantes el lenguaje científico, entienden mejor la ciencia y adquieren gusto y afinidad por ella.

Se espera que la aplicación de esta unidad didáctica tenga un efecto positivo en el aprendizaje de los alumnos de nivel secundaria en el curso de Ciencias II (Física).

Referencias consultadas

- Aguiar, E. (2011). El aprendizaje práctico de la química y el uso de los signos de Tolman y Vygotsky. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8(3), 282-290.
<<https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2717>>.
- Alvarado-Zamorano, C., Cañada, F., Mellado, V., Garritz, A. (9-12 de septiembre de 2013). *Dificultades en el aprendizaje de acidez y basicidad y el conocimiento didáctico del contenido de profesores mexicanos de bachillerato* [comunicación]. IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. Girona, España, 107-112.
<https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2013nExtra/edlc_a2013nExtrap107.pdf>.
- Aragón, L., Jiménez, N., Oliva, J. y Aragón Méndez, M. (2018). La Modelización en la Enseñanza de las Ciencias: criterios de demarcación y estudios del caso. *Revista Científica*. 32(2), 193-206.
<<https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/revcie/article/view/12972>>.
- Baeza, M. (2010). *Reflexiones en torno a la enseñanza de la dilatación térmica* [tesis de maestría, Universitat Autònoma de Barcelona].
- Benarroch, A. (2000). La teoría cinético-corpúscular de la materia y su justificación en el currículum obligatorio. *Publicaciones*, (30). 149-167.
<<https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/30167/8.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>.
- Borsese, A., Lumbaca, P. y Pentimali, J. (1996). Investigación sobre las concepciones de los estudiantes acerca de los estados de agregación y los cambios de estado, *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 14(1), 15-24.
<<https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21430>>.
- Campanario, J. M. y Otero, J. C. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de

ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(2), 155-169.

<<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.4036>>.

Carretero, M. (2002). *Constructivismo y Educación* (2a ed.). Progreso.

<https://books.google.es/books?hl=es&lr=lang_es&id=l2zg_a-lti4C&oi=fnd&pg=PA4&dq=Constructivismo+y+Educaci%C3%B3n&ots=9pJdchAA6L&sig=46dsKhjzlr-9roSolgmdN2RFUI8#v=onepage&q=Constructivismo%20y%20Educaci%C3%B3n&f=false>.

Carrillo, M., Padilla, J., Rosero, T. y Villagómez, M (2009). La motivación y el aprendizaje. *ALTERIDAD. Revista de Educación*, 4(2), 20-32.

<<https://www.redalyc.org/pdf/4677/467746249004.pdf>>.

Cudmani, L. de., Pesa, M., y Salinas, J. (2000). Hacia un modelo integrador para el aprendizaje de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(1), 3-13.

<<https://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v18n1/02124521v18n1p3.pdf>>.

Driver, R., Guesne, E., y Thiberghien, A. (eds.) (1985). *Children's Ideas in Science*. Open University Press.

<https://books.google.com.mx/books?id=GS_IAAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Children%E2%80%99s+Ideas+in+Science&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiy9Pn83oTrAhUMHqwkHcEgBesQ6AEwAHoECAQQAg#v=onepage&q=Children%E2%80%99s%20Ideas%20in%20Science&f=false>.

Dicade (2006). *Herramientas de evaluación en el aula*. Dirección de Calidad y Desarrollo Educativo. <https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/Pdaci820.pdf>.

Florida Fiscal Albares (26 de febrero de 2017). *Los modelos en la ciencia. Ideas de la materia: Demócrito, Aristóteles y Newton* [Archivo de video]. Youtube.

<https://www.youtube.com/watch?v=z3iLZ4EPXXk&ab_channel=FloridaFiscalAlbares>.

Furió-Mas, C. (1983). Ideas sobre los gases en alumnos de 10 a 15 años.

Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas, 1(2), 83-91.

<<https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/50643>>.

- _____ y Furió, C. (2000). Dificultades conceptuales y epistemológicas en el aprendizaje de los procesos químicos. *Educación Química*, 11(3), 300-308. <<https://revistas.unam.mx/index.php/req/article/view/66442>>.
- Galagovsky, L. (2010). *Didácticas de las Ciencias Naturales: el caso de los modelos científicos*, Lugar Editorial. Buenos Aires. pp. 164-177.
- _____ y Berkeman, D. (2009). La Química y sus lenguajes: un aporte para interpretar errores en los estudiantes. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8(3), pp. 952-975. <http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen8/ART11_Vol8_N3.pdf>.
- Gallegos-Cazares, L. y Garritz-Ruiz, A. (2004). Representación continua y discreta de la materia en estudiantes de Química. *Educación Química*, 15(3), 234-242. <<https://revistas.unam.mx/index.php/req/article/view/66180>>.
- Garritz, A. (2000) Más sobre ideas previas y enseñanza de la química. *Educación Química*, 11(3), 291-292. <<https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/73536>>.
- García, A y Garritz, A. (2006). Desarrollo de una Unidad Didáctica: El estudio del enlace químico en el bachillerato. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 24(1), 111-124. <<https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/73536>>.
- Gómez, M., Pozo, J. y Gutiérrez, M. (2004). Enseñando a comprender la naturaleza de la materia: el diálogo entre la química y nuestros sentidos. *Educación Química*, 15(3), 198-209. <<https://revistas.unam.mx/index.php/req/article/view/66177>>.
- Greca, I. y Herscovitz, V. (2002). Construyendo significados en mecánica cuántica: fundamentación y resultados de una propuesta innovadora para su introducción en el nivel universitario. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(2), 327-338. <<https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/142539>>.
- Herrán, A. (2011). Técnicas didácticas para una enseñanza más formativa en N. Álvarez y R. Cardoso (coords.), *Estrategias y metodologías para la*

- formación del estudiante en la actualidad*. Universidad de Camagüey.
<<http://radicaleinclusiva.com/wp-content/uploads/2018/01/teuniv.pdf>>.
- Ibáñez, F., Gianna, V. (2012). La teoría cinética molecular y el aprendizaje de la Química. *Educación Química*, 23(2), pp. 208-211.
<<https://revistas.unam.mx/index.php/req/article/view/64262>>.
- Justi, R. (2006). La enseñanza de las Ciencias basada en la elaboración de Modelos. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(2), 173-184.
<<https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/75824>>.
- Kind, V. (2004). *Más allá de las apariencias. Ideas previas de los estudiantes sobre conceptos básicos de química*. UNAM, Facultad de Química; Santillana.
<http://www.joseantoniochamizo.com/proyectos/mm/pdf/archivo/001_Alla_a_pariencias.pdf>.
- Laborde, G. (s/f). Curso de didáctica I. Unidad didáctica: Modelo corpuscular de la materia. *Studylib*. <<http://studylib.es/doc/4996869/el-modelo-corpuscular-de-la-materia>>.
- Martínez, J., Alonso, M., Carbonell, F., Carrascosa, J., Domenech, J., Domenech, A., Osuna, L., Sendra, F. y Verdú, R. (1993). *La Búsqueda de la unidad La estructura de todas las cosas*. Aguaclara.
<https://www.researchgate.net/publication/267694670_La_búsqueda_de_la_unidad_La_estructura_de_todas_las_cosas_LIBRO_DEL_PROFESOR_Ciencias_de_la_Naturaleza_13-14/link/5457e47b0cf2cf516482211a/download>.
- Martínez, Y. (2016). *Estrategia didáctica para la enseñanza de la teoría cinética molecular de los gases bajo el modelo de aprendizaje activo* [tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia].
<<http://bdigital.unal.edu.co/56730/1/7723321.2016.pdf>>.
- Oliva, J., Aragón, M.M., Bonat, M. y Mateo, J. (2003). Un estudio sobre el papel de las analogías en la construcción de un modelo cinético molecular de la materia. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y*

Experiencias Didácticas, 21(3), 429-444.

<<https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21949>>.

Pozo, J., Gómez, M., Limón, M. y Sanz, A. (1991a). *Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia: las ideas de los adolescentes sobre la química*.

Centro de Publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia CIDE.

<https://books.google.es/books?hl=es&lr=lang_es&id=PASCLazo0gC&oi=fnd&pg=PA57&dq=Procesos+cognitivos+en+la+comprensi%C3%B3n+de+la+ciencia:+las+ideas+de+los+adolescentes+sobre+la+qu%C3%ADmica&ots=tPoLTvxAXK&sig=QgFEF0P1h30eF3DtxJjXJU1tq-Q#v=onepage&q=Procesos%20cognitivos%20en%20la%20comprensi%C3%B3n%20de%20la%20ciencia%3A%20las%20ideas%20de%20los%20adoloescentes%20sobre%20la%20qu%C3%ADmica&f=false>.

_____, (1991b). Las ideas de los alumnos sobre la ciencia: una interpretación desde la psicología cognitiva. *Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 83-94.

<<https://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v9n1/02124521v9n1p83.pdf>>.

Raviolo, A. (2009). Modelos analogías y metáforas en la enseñanza de la química. *Educación Química*, 20(1), 55-60.

<<http://www.scielo.org.mx/pdf/eq/v20n1/v20n1a5.pdf>>.

RMirelesC (26 de noviembre de 2014). Las ideas de los niños en el aprendizaje de las ciencias. *Mireles: espacio educativo*.

<<http://mirelesespacioeducativo.blogspot.com/2014/11/las-ideas-de-los-ninos-y-elaprendizaje.html>>.

Rodríguez, M. y Niaz, M. (2004). La teoría cinético molecular de los gases en libros de física: una perspectiva basada en la historia y filosofía de la ciencia. *Journal of Science Education*, 5(2), 68-72.

<Search.proquest.com/openview/2671516e405fe77eefcac729562b5b4/1?pq-origsite=gscholar&cbl=28899>.

Sánchez, G., Pro, A. y Valcárcel, M. (1997). La utilización de un modelo de planificación de unidades didácticas: el estudio de las disoluciones en la educación secundaria. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación*

y *Experiencias Didácticas*, 15(1), 35-50.

<<https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21475>>.

_____. Valcárcel, M. (1993). Diseño de Unidades Didácticas en el área de Ciencias Experimentales. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 11(1), pp. 33-44.

<<https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/39774>>.

SEP (2017). *Aprendizajes clave para la educación integral. Plan y Programas de Estudio para educación básica*. Secretaría de Educación Pública.

<http://www.sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/10933/1/images/Aprendizajes_clave_para_la_educacion_integral.pdf>.

Talanquer, V. (2006). Propiedades emergentes: un reto para el químico intuitivo. *Educación Química*, 17(x), 315–320.

<<https://revistas.unam.mx/index.php/req/article/view/66020>>.

Trinidad-Velazco, R., Garritz, A. (2003). Revisión de las Concepciones alternativas de los estudiantes de secundaria sobre la estructura de la materia. *Educación Química*, 14(2), 92-105.

<<https://andoni.garritz.com/documentos/trinidad-garritz.pdf>>.

Torre, C. y Godoy, A. 2002. Influencia de las atribuciones causales del profesor sobre el rendimiento de los alumnos. *Psicothema*, 14(2), 444-449.

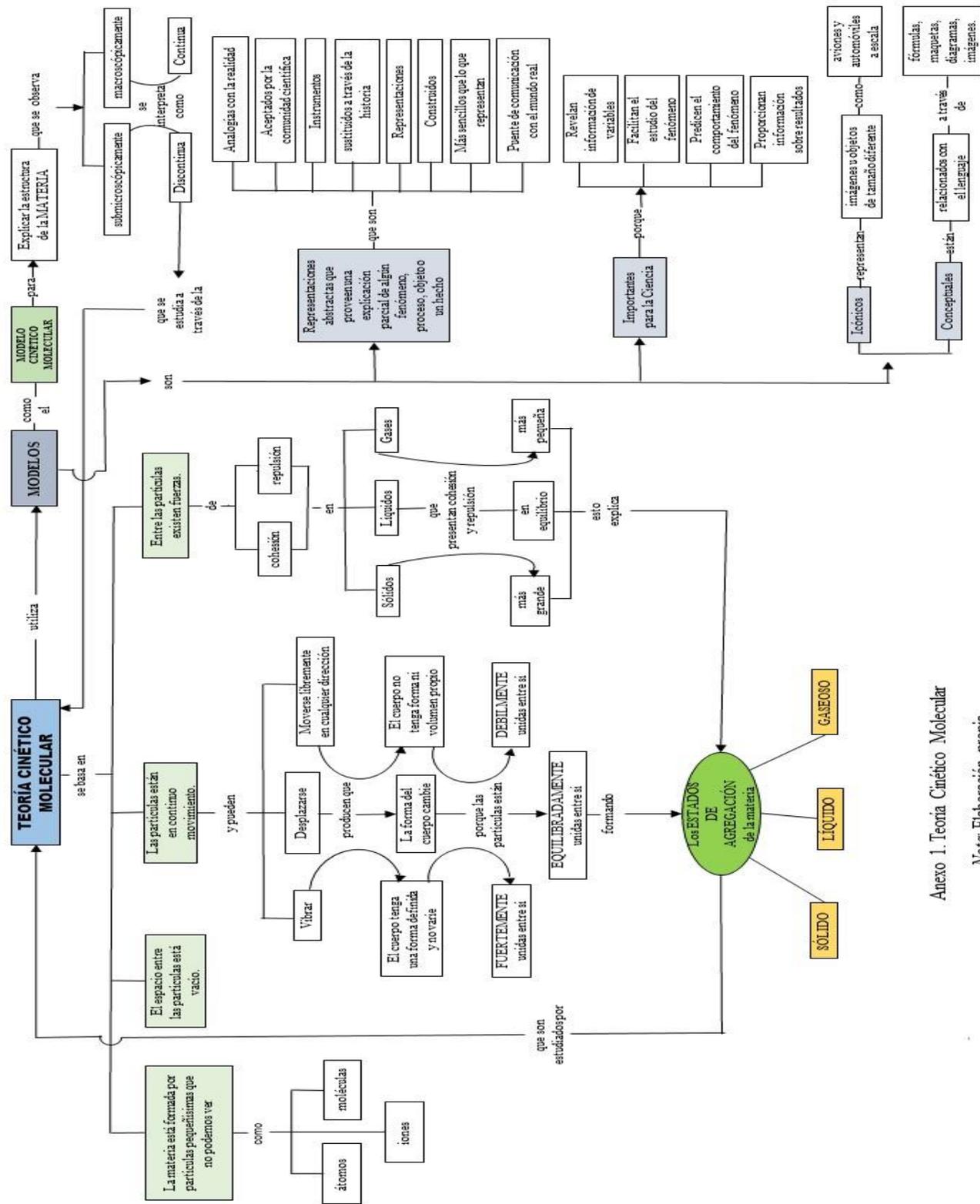
<<https://www.redalyc.org/pdf/727/72714240.pdf>>.

Vosniadou, S., Ioannides, C. (1998). From conceptual development science education: a psychological point of view. *International Journal of Science Education*, 20(10), 1213-1230.

<<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0950069980201004>>.

Anexos

Anexo 1



Anexo 1. Teoría Cinética Molecular

Nota: Elaboración propia

ANEXO 2

TABLA SQA (Lo que sé, lo que quiero saber, lo que aprendí)

Nombre del alumno(a): _____

Grupo: _____

Fecha: _____

INSTRUCCIONES:

- Anota el nombre del tema.
- Anota en la primera columna de la tabla lo que sabes del tema.
- Anota en la segunda columna de la tabla lo que quieres saber del tema.
- Completa la última columna de la tabla, cuando se termine de ver el tema.

Tema:		
Lo que sé	Lo que quiero saber	Lo que aprendí

Tomado: Ogle, (1986,1990). Técnica-s-q-a

<https://innovaciondocente.udd.cl/files/2021/06/tecnica-s-q-a.pdf>

Anexo 4

Lista de cotejo para evaluar clasificación de modelos científicos

Aspectos a evaluar Integrantes del equipo	Realizó la clasificación completa		Investigó las características de los modelos		Participó en la clasificación de los modelos	
	Sí	No	Sí	No	Sí	No
Equipo 1						
1.						
2.						
3.						
4.						
Equipo 2						
1.						
2.						
3.						
4.						
Equipo 3						
1.						
2.						
3.						
4.						
Equipo 4						
1.						
2.						
3.						
4.						
Equipo 5						
1.						
2.						
3.						
4.						

Nota: Elaboración propia

ANEXO 5

Rúbrica para evaluar un debate

Rango Crterios	2 Excelente debate	1.5 Buen debate	1 Debate incipiente	0.5 Necesita mejorar las habilidades para el debate	Total
Información	Toda la información presentada en el debate fue clara precisa y minuciosa.	La mayor parte de la información en el debate fue clara precisa y minuciosa.	La mayoría de la información en el debate fue presentada en forma clara y precisa, pero no fue minuciosa.	La información tiene varios errores; no fue siempre clara.	
Entendimiento del tema	Claramente entendió el tema a profundidad y presentó su información enérgica y convincente.	Claramente entendió el tema a profundidad y presentó su información con facilidad.	Parecía entender los puntos principales del tema y los presentó con facilidad.	No demostró un adecuado entendimiento del tema.	
Refutar	Todos los contra-argumentos fueron precisos, relevantes y fuertes.	La mayoría de los contra-argumentos fueron precisos y relevantes y fuertes.	La mayoría de los contra-argumentos fueron precisos, relevantes, pero algunos débiles.	Los contra-argumentos no fueron precisos y/o relevantes.	
Presentación	Utiliza gestos, tono de voz y un nivel de entusiasmo en una forma que siempre mantuvo la atención de sus compañeros.	Usó gestos, tono de voz y un nivel de entusiasmo en forma que mantuvo casi siempre la atención de sus compañeros.	Usó gestos, tono de voz y un nivel de entusiasmo que a veces mantuvo la atención de sus compañeros.	Tuvo un estilo de presentación que no mantuvo la atención de sus compañeros.	

Adaptado: (11 julio 2014). Rúbrica para evaluar un debate (Herramient pedagógica) CNB Guatemala. [https://cnbguatemala.org/wiki/R%C3%BAbrica_para_evaluar_un_debate_\(Herramienta_pedag%C3%B3gica\)](https://cnbguatemala.org/wiki/R%C3%BAbrica_para_evaluar_un_debate_(Herramienta_pedag%C3%B3gica))

Anexo 6

Rúbrica para evaluar mapa conceptual

Nombre del alumno(a) _____ Fecha _____

Valor Aspectos para evaluar	2	1.5	0.5	Total
Esquematación	Representa los conceptos principales a través de un esquema claro.	El esquema utilizado no es muy claro y sólo utiliza el mínimo de conceptos (13 conceptos)	El esquema no tiene coherencia.	
Diseño	El diseño del mapa es agradable y favorece el entendimiento de los conceptos.	El diseño es un poco confuso pero se logra entender la relación entre conceptos.	El diseño confunde y dificulta la relación entre conceptos.	
Organización	El mapa conceptual se encuentra concentrado de manera original, ordenada de manera jerárquica, lógica y secuencial.	El mapa conceptual tiene cierto orden, pero le falta seguir la secuencia.	El mapa conceptual carece de todo orden.	
Conexión de conceptos	Las conexiones utilizadas entre conceptos son adecuadas.	Faltan algunas conexiones entre conceptos.	No hace uso de conectores para relacionar los conceptos.	
Presentación y entrega del mapa conceptual	La entrega se hizo en tiempo y forma, con limpieza y en el formato preestablecido.	La entrega se hizo en tiempo y forma, aunque no uso el formato preestablecido.	La entrega no se hizo en tiempo y forma, además la entrega no se dio de la forma preestablecida por el docente.	
Calificación de la actividad	Puntos obtenidos			

Adaptado: G F Lizzeth A. (16 septiembre 2018). Psicología del Desarrollo II – Rúbrica para evaluar mapa conceptual. *SCRIBD*.

<https://es.scribd.com/document/371622504/Rubrica-Para-Evaluar-Mapa-Conceptual>

Anexo 7

Escala de rango para evaluación de una síntesis

Criterios de evaluación Número de equipo	Capacidad de síntesis		Respeto el orden de las ideas		Presenta información completa		Estimación
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							

Nota: Elaboración propia

Anexo 8

Rúbrica para evaluar la línea del tiempo

Criterios	Excelente (3)	Bien (2)	Inadecuado (1)	Total de puntos
Legibilidad	La apariencia total de la línea del tiempo es atractiva y fácil de leer.	La línea del tiempo es relativamente legible.	La línea del tiempo es difícil de leer.	
Contenido de fechas	Una fecha precisa, coherente y completa ha sido incluida para cada evento.	Una fecha precisa, coherente y completa ha sido incluida para casi todo el evento.	Las fechas son incorrectas para los eventos presentados.	
Contenido de hechos	Contiene por lo menos 8 eventos. En cada uno de ellos describe las evidencias.	Contiene por lo menos 5 eventos o sólo describe las evidencias en algunos eventos.	Contiene por lo menos 2 eventos o sólo describe las evidencias en algunos eventos.	
Contenido de recursos	Contiene al menos 8 imágenes relacionadas con el tema tratado.	Contiene al menos 5 imágenes relacionadas con el tema tratado.	Contiene al menos 2 imágenes relacionadas con el tema tratado.	
Redacción y ortografía	Excelente, sin fallas de ortografía.	Buena, hay hasta 3 errores ortográficos.	Aceptable, hay hasta 5 errores ortográficos.	

Tomado: Ensenada Baja. (01 septiembre 2018). Rúbrica para evaluar línea de tiempo. SCRIBD. <https://es.scribd.com/document/387521897/Rubrica-para-evaluar-una-linea-del-tiempo>

Anexo 9

Lista de cotejo para evaluación de un diálogo

Tema: _____

Escuela _____ Grupo _____

Profesor(a) _____ Fecha _____

Instrucciones: colocar ✓ cuando es correcto y * para incorrecto																			
Nombre del alumno	1	2	3	4	5	6	7	8	9										38
	Aspectos para evaluar																		
Participa activamente																			
Las preguntas y respuestas reflejan pensamiento analítico																			
Muestra interés por la conversación																			
Es claro en sus puntos de vista																			

Nota: Elaboración propia

Anexo 10

Autoevaluación

Tema: Ideas en la historia a cerca de la naturaleza continua y discontinua de la materia.

Instrucciones: Marca con una X en la opción que mejor represente tu trabajo que desarrollaste del tema.

Nombre del alumno(a) _____ fecha _____

Nivel Criterios	Alto	Mediano	Bajo
Comprendo la información proporcionada en el video y la narración.			
Distingo la diferencia que existe entre los modelos de partículas de la materia continua y el modelo actual de la materia discontinua.			
Utilizo la información proporcionada en el video y la narración, para elaborar la línea del tiempo.			
Valoro la importancia de la aportación que fue haciendo cada estudioso de la ciencia a través de la historia para que se formulara la teoría cinético molecular.			

Nota: Elaboración propia

ANEXO 12

PRÁCTICA No. _____

Un modelo para representar la materia

Nombre de la escuela _____

Nombre del alumno(a) _____

Profra.: Natalia A Altamirano A.

Asignatura: Ciencias II (Física)

Grupo _____

Fecha _____

Objetivo: Construir un modelo para comprender cómo se encuentran distribuidas las partículas que constituyen la materia.

Introducción: Para explicar el comportamiento de la materia y las características de los gases, los científicos propusieron durante el siglo XIX la denominada *Teoría Cinética de los Gases*. Su ampliación a líquidos y sólidos dio lugar al modelo cinético-molecular de la materia. Este modelo se basa en los siguientes postulados fundamentales: la materia es discontinua; es decir, está formada por un gran número de partículas separadas entre sí. Estas partículas materiales se encuentran en constante movimiento debido a dos clases de fuerzas: de cohesión y de repulsión. Las fuerzas de cohesión tienden a mantener las partículas materiales unidas entre sí. Las fuerzas de repulsión tienden a dispersar las partículas y alejarlas unas de otras. Según la predominancia de unas u otras fuerzas, la materia se presenta en estado sólido, líquido o gaseoso. En el estado sólido predominan las fuerzas de cohesión sobre las de repulsión, las partículas sólo pueden vibrar alrededor de su posición de equilibrio; en el estado líquido, las fuerzas de cohesión y de repulsión son del mismo orden, por esa razón los líquidos tienen volumen constante y se adaptan a la forma del recipiente, las partículas pueden desplazarse con cierta libertad, pero sin alejarse unas de otras; en el estado gaseoso, las partículas se mueven con total libertad y están alejadas unas de otras, aquí predominan las fuerzas de repulsión sobre las de cohesión, por eso los gases tienen forma variable y tienden a ocupar todo el volumen disponible.

MATERIAL

3 botellas de plástico de 600 ml con tapa

Perlas de unicel de 3 mm de diámetro

Manguera de plástico para administrar suero, de 0.5 mm de diámetro y 50 cm de largo para cada botella

Pegamento de silicón líquido

Bomba de aire para inflar balones

1 compás

PROCEDIMIENTO

1. Con anterioridad al desarrollo del experimento, hacer un orificio con la punta del compás en la parte inferior y lateral, a medio centímetro de la base de cada una de las botellas, en la cual se pega la manguera. Asegurarse de que queden bien selladas.
2. Llenar la primera botella con bolitas de unicel hasta 2 centímetros antes de la tapa.
3. Agregar a la segunda botella una cuarta parte de bolitas de unicel.
4. A la última botella se le agregará un puñado de bolitas de unicel.
5. Colocar la tapa a las botellas, no cerrarlas en su totalidad sino dejando un poco flojas las tapas.
6. Se conecta la bomba de aire a cada una de las botellas para que los alumnos observen cómo es el movimiento y los espacios de las partículas en cada modelo, de acuerdo con el modelo cinético de las partículas.
7. Ilustrar con dibujos los modelos que se elaboraron con cada botella, e indicando en cada dibujo los espacios que presentan las partículas (bolitas) en la materia.
8. Resolver las preguntas de la reflexión y anotar la conclusión.

REFLEXIÓN

1. En la botella más llena, ¿cómo es el movimiento y el espacio entre las partículas?

2. En la botella que se llenó hasta la cuarta parte, ¿cómo es el movimiento y el espacio entre las partículas? _____

3. En la botella con poquitas partículas (bolitas de unicel), ¿cómo es el movimiento y espacio entre las partículas? _____

4. Con los modelos que construiste, compruebas que la materia tiene _____
_____ entre sus partículas y que sus partículas están en continuo

5. Dibuja cada uno de los modelos que construiste, indicando el estado de agregación de la materia al que pertenece cada uno.

6. Anota tus conclusiones: _____

Nota: Elaboración propia

Anexo 13

Guía de observación para el trabajo del laboratorio

Nombre del alumno(a) _____

Grupo _____ Práctica: _____ Fecha _____

Instrucciones	Indica con una “x” el nivel de desempeño del alumno a evaluar, considerando que 5 es deficiente y 10 excelente						
Aspectos para evaluar	Indicadores						
		5	6	7	8	9	10
Aspectos generales	Se presenta con el material necesario para hacer la práctica						
	Presenta el instructivo de la práctica						
	Llega puntual al laboratorio						
Trabajo práctico	Inicia el trabajo a tiempo						
	Se conduce de manera respetuosa y responsable en el laboratorio						
	Realiza la parte de trabajo que le corresponde y es limpio						
	Al final del experimento obtuvo el producto deseado de la práctica						
	Fue cuidadoso con el material						
Trabajo escrito	Entrega su informe experimental escrito y con buena presentación						
	Contesta las preguntas del apartado de reflexión de el instructivo de la práctica						
	Fue asertivo en las respuestas a las preguntas del apartado de reflexión de su reporte de práctica						
	Realizó correctamente los dibujos de los modelos que construyó						

Adaptado: Vázquez G. (21 Febrero 2014). Guía de observación Trabajo en laboratorio. SRIBD. <https://es.scribd.com/document/208398250/Guia-de-Observacion-Para-Evaluar-El-Trabajo-de-Laboratorio>

Anexo 14

Escala de rango para evaluación de un dibujo

Criterios de evaluación	Número de equipo								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
La distribución de las partículas es correcta en cada material ilustrado (sólido, líquido y gas)									
Deja huecos entre las partículas dibujadas									
El dibujo muestra el movimiento de las partículas									
Dibuja las fuerzas de atracción y repulsión entre las partículas									
TOTAL									

Escala:

- A- Destacado - 10
- B- Satisfactorio- 9/8
- C- Suficiente- 7/6
- D- Insuficiente 5

Adaptado: Hernández G. (23 septiembre 2015). Escala de rango para evaluar cuadro sinóptico. *SCRIBD + slideshare*. <https://es.slideshare.net/gabichi06/escala-de-rango-para-evaluar-cuadro-sipntico>

Anexo 15

Autoevaluación

Tema: Aspectos básicos del modelo cinético de partículas: partículas microscópicas, invisibles con masa, movimiento, interacciones y vacío entre ellas.

INSTRUCCIONES: Marca con una “x” la opción que mejor represente el trabajo que desarrollaste sobre lo que aprendiste del tema.

Nombre del alumno(a) _____ Fecha _____

Criterios	Nivel	Alto	Mediano	Bajo
Reconozco que las partículas que constituyen la materia están en continuo movimiento.				
Entiendo que hay huecos entre las partículas que conforman la materia.				
Relaciono los espacios entre las partículas que integran la materia con los estados de agregación de la misma.				
Relaciono las fuerzas de cohesión y repulsión que existen entre las partículas con los estados de agregación de la materia.				
Reconozco que la materia es discontinua, aunque a simple vista parezca continua.				
Aplico mis conocimientos de la estructura de la materia en los fenómenos naturales de mi entorno.				

Nota: Elaboración propia