



La naturaleza de la materia

Movimiento atómico/molecular 1: Evidencia del movimiento browniano y difusión

Resumen:

Nota: los términos atómico y molecular son presentados y utilizados aquí sólo para hacer que los estudiantes se acostumbren a esas palabras. Explique que los átomos y las moléculas son palabras técnicas que se refieren a las partículas básicas de la materia, las cuales ya han aprendido (lección A-4, “Materia 1: su naturaleza particular”). El movimiento atómico/molecular simplemente se refiere al movimiento de estas partículas. No aconsejo adentrarnos en la química en esta etapa.

Bajo el microscopio, los alumnos observarán el movimiento de partículas microscópicas, llamado movimiento browniano. Ellos también observarán que incluso en el agua perfectamente estacionaria, una sustancia soluble en agua gradualmente se disemina; este proceso es llamado difusión. Mediante el razonamiento, interpretarán éstas y experiencias similares como evidencia del movimiento atómico/molecular. Consideraciones más profundas los llevarán a comprender el concepto de la concentración de los ingredientes y por qué el proceso de difusión acarrea sustancias sólo hacia áreas de menor concentración. De aquí, ellos entenderán la relación entre difusión, soluciones y suspensiones. Finalmente, los estudiantes mirarán ejemplos de cómo la difusión juega un rol indispensable en los elementos vivos, especialmente moviendo el oxígeno dentro del cuerpo y el dióxido de carbono fuera de él.

Tiempo requerido:

- Parte 1. Evidencia del movimiento atómico/molecular: movimiento browniano (observación de primera mano e interpretación del movimiento browniano, cerca de 1 hora).
- Parte 2. Evidencia del movimiento atómico/molecular: difusión (puesta, 15-20 minutos, seguido de observaciones cortas y periódicas que se pueden extender a lo largo de varias horas, pero que pueden ser realizadas mientras se toman descansos de otras actividades).
- Discusión acerca de los parámetros, implicaciones e importancia de la difusión, 45-60 minutos.

Resultados:

A través de este ejercicio los estudiantes serán capaces de:

1. Describir el movimiento browniano, de hecho, señalarlo bajo un microscopio y explicar qué lo causa.
2. Explicar y demostrar qué sucede cuando a una sustancia soluble en agua le es añadida

agua estacionaria y se le deja permanecer sin moverse, sin mezclarla ni batirla.

3. Nombrar el proceso observado en el punto 2 de arriba y explicar por qué ocurre.
4. Dar ejemplos de cómo experimentamos la difusión en nuestra vida diaria.
5. Mencionar situaciones donde la difusión ocurre o no lo hace (dentro de los gases, líquidos y sólidos, o entre ellos).
6. Decir qué tiene que ver la difusión con mantener el azúcar (u otras sustancias solubles en agua) en solución y a elementos tales como las partículas de lodo, en suspensión.
7. Después de dar situaciones prácticas, mencionar en qué dirección general acarrearán las moléculas la difusión.
8. Explicar qué queremos decir con un gradiente de concentración. Dar la dirección a dónde la difusión acarreará las moléculas en términos de un gradiente de concentración.
9. Poder explicar la pregunta: ¿cuándo una solución es mezclada equilibradamente, se detiene la difusión? Explicar qué ocurre.
10. Dar y explicar ejemplos de cómo la difusión se relaciona con el oxígeno que entra y con el dióxido de carbono que sale del cuerpo.

Antecedentes requeridos:

Los estudiantes deben tener un entendimiento conceptual sólido de la naturaleza particular de la materia, introducida en la lección A-4 y reforzada a través de lecciones más avan-

zadas en el hilo de discusión “A”, principalmente las lecciones A-6, A-8 y A-9. Conocimiento previo sobre llamar a las partículas átomos y moléculas no es necesario.

Materiales:

Parte 1. Evidencia del movimiento atómico/molecular: movimiento browniano

- Videoclip del movimiento browniano (google: video movimiento browniano)
- Microscopio (100-400x) y materiales para realizar platinas
- Una suspensión de partículas microscópicas
- Una suspensión de partículas de lodo es conveniente. Mezcle un poco de tierra en agua. Déjela asentarse por 10 minutos aproximadamente. Las partículas más grandes se asentarán, pero partículas microscópicas de lodo permanecerán en suspensión dándole al agua una apariencia nublada. Esta agua “turbia” favorece la observación de las partículas microscópicas en suspensión. Usted puede utilizar diversos materiales, como será evidente en los videos del movimiento browniano.

Parte 2. Evidencia del movimiento atómico/molecular: difusión

- Un vaso/taza transparente de vidrio o plástico

- Un diagrama de pulmones que incluya un inserto de los alveolos (google: diagrama pulmones alveolos)
- Colorante para alimentos (y/o diferentes sustancias coloreadas solubles en agua)

Nota: distintas sustancias se difundirán de forma marcadamente diferente dependiendo del tamaño de las moléculas involucradas. Pruebe lo que va usted a utilizar antes, de manera que pueda planear los tiempos de observación apropiadamente.

Oportunidades de enseñanza:

Mostrar un video del movimiento browniano y discutir sus causas atraerá la atención por sí mismo. De igual forma, puede ser hecho para iniciar con la demostración y preparar las hojas de datos de las observaciones de difusión.

Métodos y procedimientos:

Parte 1. Evidencia del movimiento atómico/molecular: movimiento browniano

Nota: cuando las partículas microscópicas de lodo, las gotas de grasa en la leche, el talco en polvo o cualquier otra partícula fina está suspendida en agua y es vista bajo un microscopio (100x-400x) parecen vibrar y bailar en patrones al azar. Este movimiento es llamado movimiento browniano debido a Robert Brown, quien fue el

primero en describirlo (1827). Más tarde se determinó que es causado por el bombardeo de las moléculas de agua chocando contra las partículas. Sin embargo, no divulgue esta explicación de inicio. Deje que los estudiantes observen primero y luchan por encontrar la explicación.

Dígales a los alumnos que está a punto de mostrarles un video tomado a través de un microscopio que muestra partículas muy finas _____ (dependiendo del video, el tipo de partículas variará) flotando en el agua. Sin más explicación, muéstreles el video e invítelos a referir lo que vean. Ellos describirán partículas que vibran y bailan, unas alrededor de las otras. Añada y enfatice: “no, no son bichos vivos de ningún tipo; son simplemente partículas de _____ (sea lo que sea que se está mostrando), las cuales en ningún sentido tienen vida”.

Pregunte: “¿piensan que esto es algún truco fotográfico o que este movimiento es real? Vamos a comprobarlo”. Proveyendo la asistencia que sea necesaria, haga que los estudiantes preparen una platina de microscopio de uno o más de los materiales solicitados (vea el rubro “Materiales”) y que las lleven a foco, a magnificaciones de 100x-400x (ajustar la luz para tener una mejor observación será crítico). Conforme los estudiantes miren las partículas bajo el microscopio, verán que se comportan de la misma manera que vieron en el video. Permítales tiempo para reflexionar. Sí, es cierto. Pregunte: “¿cómo podemos explicar estos fenómenos?” Deles tiempo nuevamente para meditar y ofrecer sugerencias conforme lo deseen.

Si no pueden encontrar la explicación del movimiento molecular, hágales saber que están en buena compañía. Explique que este movimiento de partículas finas vistas bajo un microscopio fue

descrito por primera vez por Robert Brown en 1827. Desde entonces, ha sido conocido como movimiento browniano. Fue hasta cien años después, sin embargo, cuando la naturaleza de los átomos y de las moléculas estaba siendo develada, que se concluyó que el movimiento browniano era causado por el movimiento inherente de los átomos y las moléculas. Recuerde a los alumnos que los átomos están compuestos de un núcleo con electrones que giran alrededor de él. En pocas palabras, un átomo no es algo estático que simplemente se queda sentado como un terrón de barro; está continuamente emanando energía. Debido a esta liberación perpetua de sus átomos, las pequeñas moléculas, como las del agua, vibran también.

Con toda esta información, pídale sugerir una explicación para el movimiento browniano, que posiblemente será un comentario como: la vibración al azar de las moléculas de agua puede resultar en más moléculas chocando en un lado de la partícula y en el otro, en algún momento determinado. Entonces, la partícula es movida de un lugar a otro; lo que en pocas palabras significa que la vibración que observamos bajo el microscopio es el resultado de la manera en que las partículas son movidas por el movimiento al azar de las moléculas de agua.

Los estudiantes pueden preguntarse: ¿por qué no vemos partículas más grandes que son empujadas de un lado a otro de la misma manera? Haga que reflexionen y consideren varios factores. Primero, una partícula más grande tiene más masa. ¿Qué sugiere esto en términos de su tendencia a permanecer estática? Recuerde la inercia (C-5). Segundo, su tamaño más grande significa que más moléculas de agua están simultáneamente golpeándola desde todos los lados; entonces, ya

que está siendo golpeada desde todos los lados al mismo tiempo, no se mueve en absoluto. Una pregunta similar puede ser: ¿por qué no vemos objetos más grandes, como el escritorio enfrente de mí, saltando de un lado a otro debido al movimiento de los átomos de las moléculas que lo conforman? Solicite que consideren que tales saltos requerirían que todas las moléculas/átomos se movieran en la misma dirección al mismo tiempo. Y ya que incluso un objeto relativamente pequeño contiene muchos billones de átomos y que sus vibraciones son al azar, no existe esencialmente ninguna posibilidad de que esto ocurra.

Parte 2. Evidencia del movimiento atómico/molecular: difusión

Nota: después de su inicio, esta actividad involucra realizar observaciones cortas cada 30 a 60 minutos por varias horas, las cuales pueden obviamente ser insertadas como descansos de otras actividades.

Llame la atención de los estudiantes para comenzar la siguiente demostración y haga que preparen hojas en las que registrarán las observaciones apropiadamente. Una vez hecho esto, coloque un vaso transparente de agua donde pueda ser observado fácilmente, pero donde también permanezca sin ser molestado por varias horas. Permita que el agua se asiente por una hora o más, de manera que alcance temperatura ambiente y esté perfectamente quieta. Ahora, deje caer en el vaso una sola gota de colorante de alimentos (cualquier otro tipo de sustancias coloreadas insolubles en agua pueden sustituirlo). Conforme ésta descienda, verá que dejará una estela de color tras de sí y que se esparcirá en el fondo. Este descenso y expansión sobre

Guiar a los estudiantes a pensar

el fondo son causados por una diferencia en densidad; no tienen nada que ver con difusión. Por lo tanto, con referencia a los datos de difusión, la primera observación será esta capa de colorante de comida (agua intensamente teñida) en el fondo del vaso con agua más o menos clara sobre ésta.

El cambio probablemente será muy lento como para hacer práctica una observación continua. Avance a otras actividades, pero regrese para realizar y registrar observaciones cada 30-60 minutos, aproximadamente, por el resto del día. Asegúrese de que el vaso no se mezcle ni bata en ningún momento del día. Al final, la observación general será que la capa de agua teñida por el tinte se hace gradualmente más gruesa. Los estudiantes la podrán describir en términos de fracciones: el 10%, 25%, 50% inferior del agua está coloreada. También existirá una graduación entre el agua clara y el agua más intensamente teñida. Eventualmente, el vaso entero tomará una coloración uniforme del tinte. En resumen, una sustancia soluble en agua que es vertida en líquido quieto y no es mezclada, se dispersa gradualmente aun a través del agua. Sólo añada que nos referimos a este proceso como DIFUSIÓN. Las moléculas del tinte gradualmente se DIFUNDEN a través del agua.

Pida a los estudiantes reflexionar acerca de por qué la difusión ocurre. Deles bastante tiempo para pensar y una clave si es necesario: ¿piensan que puede tener algo que ver con el mismo movimiento atómico/molecular que utilizamos para explicar el movimiento browniano? Si las moléculas de agua continuamente están vibrando, ¿cuál será su efecto en las moléculas de una sustancia soluble en agua? Ayúdelos a visualizar el proceso,

que puede parecerse a imaginar un grupo de bolas de billar siendo bombardeadas por canicas provenientes de todas las direcciones. El grupo de bolas de billar será gradualmente roto y dispersado. De hecho, así es como los científicos explican la formación de la difusión.

Lleve a los alumnos a reflexionar y a que mencionen maneras en las cuales han experimentado difusión o han escuchado su aplicación en situaciones cotidianas. Si se necesitaran claves, deles las siguientes:

- ¿De qué manera el olor del tocino friéndose, el pan tostado, etcétera, se disemina a través de la casa?
- ¿Por qué si abrimos una botella de perfume en un extremo del cuarto pronto se puede olfatear en el otro extremo?

Tales ejemplos dejarán claro que la difusión en estado gaseoso ocurre más rápido que en el líquido. Los estudiantes podrán ver la lógica: las moléculas de gas están más alejadas las unas de las otras y no están conectadas, así que pueden viajar más lejos y más rápido antes de que choquen contra algo (recuérdelos que en el caso de los líquidos, las partículas se deslizan unas sobre otras, pero están atadas muy débilmente).

- El azúcar es obviamente más pesado que el agua, pero una bebida azucarada permanece dulce. ¿Por qué el agua disuelta no se asienta? La respuesta es que las moléculas

más pesadas de azúcar se asentarían gradualmente si no fuese por la vibración atómica/molecular, el consecuente movimiento y, por lo tanto, la difusión tanto del agua como de las moléculas de azúcar. Entonces, la difusión las mantiene balanceadamente dispersas en la solución. Lo mismo aplica para todas las otras sustancias solubles en agua.

- Si un poco de suelo (tierra) es mezclado en agua y luego se deja asentarse, las partículas más pesadas se depositarán en el fondo bastante rápido, pero las de barro más finas podrán permanecer suspendidas indefinidamente, otorgándole al agua una apariencia turbia. Aquí hay un ejemplo de cómo la difusión mantiene las moléculas más grandes, y no las simples, en suspensión.
- Nota: cuando partículas de las moléculas más grandes que las simples están involucradas, hablamos del resultado como una **SUSPENSIÓN** en vez de una solución.
- ¿Ocurrirá la difusión en sólidos? (Difícilmente, porque las moléculas/átomos están conectados rígidamente con respecto a los otros).
- ¿Por qué es el derrame de petróleo, sobre el agua, tan mortífero para los organismos acuáticos y los peces? La respuesta es porque los peces requieren oxígeno, igual que nosotros y mucho de éste les es proveído por

el que proviene de la atmósfera, el cual se difunde desde ésta, en el agua. El aceite en los océanos no permite la entrada del oxígeno, lo que lleva al sofocamiento de los peces y de otros organismos acuáticos.

Con este ejemplo, haga hincapié en el punto de que la difusión puede acarrear moléculas desde la fase gaseosa para disolverlas en líquido y viceversa, así como dispersarse a través de la misma fase.

Haga que los estudiantes reflexionen y resuman los movimientos que pueden resultar del proceso de difusión. Sus listas deberán incluir:

1. Cualquier sustancia que se evapore y entre en la fase de gas se dispersará a través del aire (de hecho, sin un proceso de remoción, se difundirá a través de toda la atmósfera).
2. Cualquier sustancia que se disuelva se dispersará a través del agua.
3. Las sustancias que son tanto volátiles (se evaporan) y solubles en agua se moverán de ésta hacia el aire y/o desde el aire al agua.
4. Tal dispersión ocurrirá sin necesidad de batirse, mezclarse o revolverse. Claro está, cualquier tipo de mezcla acelerará el proceso.

Debe ser evidente que la difusión ocurrirá en cualquier gas, líquido o sistema gaseoso-líquido, por lo que la conclusión será que la difusión ocurrirá en donde sea que las moléculas sean capaces de moverse y entremezclarse. Haga que los alumnos noten que, si existen suficientes espacios entre las moléculas de una sustancia sólida, la di-

fusión de gases líquidos ocurrirá a través de tales espacios también.

La dirección del movimiento en la difusión

Conforme los estudiantes aprecien el fenómeno de la difusión, señale que permanece sin responderse una pregunta muy significativa: ¿conforme una sustancia se mueve por el proceso de difusión, se dirigirá en una dirección determinada? (Tiempo para pensar). Ya que la difusión es promovida por una vibración al azar de los átomos/moléculas, los alumnos primero podrán concluir que no, pero hágales considerar sus observaciones y experiencias: ellos observaron que el tinte para comida inició concentrándose en el fondo y gradualmente se dispersó a través del vaso de agua; el perfume estaba aglomerado en la botella y al remover la tapa, se dispersó, gradualmente, a través del cuarto; el olor del tocino friéndose también estaba agrupado en la estufa y se dispersó por la casa, entonces ¿podrían esperar que ocurriera lo opuesto, o sea, que el perfume se moviera desde el cuarto hacia la botella, por ejemplo? Es probable que la idea les resulte muy infantil, por lo tanto, explique que existe una dirección general de movimiento.

Haga que los estudiantes encuentren una manera para describir este movimiento general observado. La idea básica que pueden esperar reconocer es que la sustancia (tinte de alimentos, perfume u otra) se está moviendo desde donde hay más, hacia donde hay menos, hasta que se forma una mezcla uniforme a lo ancho y a lo largo. Importante es mencionar que éste sólo es un resultado de los movimientos al azar causados por la

vibración atómica/molecular, ya que la vibración aleatoria nunca se enfocará en dirigir las partículas a juntarse. En vez de esto, las empujará alejándolas las unas de las otras, hasta que se encuentren balanceadamente dispersas. Una manera sucinta de decir esto es:

Mediante la difusión, la sustancia se moverá desde donde existe más hacia donde existe menos.

Los científicos utilizan palabras más técnicas para decir lo mismo: mediante la difusión, una sustancia siempre se mueve hacia abajo en un gradiente de concentración. Esto es, se mueve desde donde hay más concentración hacia donde hay menor concentración (concentración es la palabra utilizada para describir el número de moléculas por unidad de volumen).

Un punto final muy significativo es éste: ¿cuándo el tinte está diseminado uniformemente a través del agua, o en cualquier otro caso similar, se detiene la difusión? (Tiempo para pensar). Si los estudiantes llegasen a contestar “sí”, pregunte: ¿qué existe para detenerla? Guíeles a reconocer que el movimiento atómico/molecular subyacente (vibración) continúa. ¿Cuál podría ser otra explicación? Diríjalos a razonar que si las moléculas de tinte vibraran de manera que un pequeño volumen fuese dejado con una menor concentración, la difusión lo llenaría. Entonces, ella no se detiene cuando existe una distribución uniforme; sólo que los movimientos al azar de las moléculas resultan en números balanceados que se mueven (se difunden) en todas direcciones.

Enfatice la conclusión: la difusión, por sí misma, nunca servirá para hacer que una sustancia se concentre más en un lugar que en otro, sólo servirá para hacer que una concentración sea igual a lo largo y a lo ancho. Entonces, la difusión con-

tinúa, pero existe esencialmente un movimiento equilibrado en todas las direcciones.

Implicaciones biológicas de la difusión

El fenómeno de la difusión tiene aplicaciones prácticas para entender muchos fenómenos experimentados en la vida cotidiana, la química y, especialmente, la biología. Lleve la atención de los alumnos hacia la biología y al hecho de que un problema importante que enfrenta todo organismo vivo es cómo mover los elementos que son necesarios a través de las membranas celulares hacia adentro de las células y cómo mover los desperdicios a través de las membranas, fuera de ellas. Claro está, existen varios procesos activos que consideraremos después más a fondo en este currículum (lección B-29), pero éstos requieren un gasto de energía y ella siempre tiene un costo muy alto. ¿Existe una manera en que los organismos/células puedan meter o sacar elementos sin ningún gasto energético?

Un ejemplo muy importante involucra la necesidad continua de oxígeno del cuerpo y su necesidad de deshacerse del producto de desperdicio, el dióxido de carbono. Para ello, muestre un diagrama de la anatomía de los pulmones (google: diagrama alveolos pulmón). Especialmente señale cómo el pulmón está muy distante de ser un saco grande y vacío: la vía aérea principal que va de la nariz/boca se ramifica y se vuelve a ramificar como el tronco y las ramas de un árbol y se vuelve a ramificar, finalmente, terminando en las puntas de las ramas más delgadas e individuales. En los pulmones, la punta de cada “rama” (y existen millones) termina en un pequeño juego de “bulbos”

(alveolos) envueltos en vasos sanguíneos capilares.

Con este conocimiento de la anatomía de los pulmones y conociendo que la difusión puede transportar cosas desde el aire a los líquidos o de éstos al aire, pida a los estudiantes que describan cómo entra el oxígeno y cómo sale el dióxido de carbono del cuerpo. Si fuese necesario, utilice una discusión de preguntas y respuestas para hacer que reflexionen en las concentraciones relativas del oxígeno en la sangre que fluye a través del alveolo y su concentración en el aire inhalado. Ellos deben concluir que, ya que el cuerpo ha consumido oxígeno, la concentración en la sangre que alcanza a los pulmones debe ser menor que aquella que existe en ellos. Por lo tanto, puede esperarse que el oxígeno se difunda desde los pulmones a través de las membranas y hacia la sangre. No se requiere ningún gasto de energía, excepto para refrescar continuamente el aire de los pulmones a través de la respiración.

Exactamente el mismo razonamiento se espera con el dióxido de carbono. La producción corporal del dióxido de carbono como un producto de desperdicio lleva a que la sangre tenga una concentración más grande que la que existe en los pulmones. Entonces, el dióxido de carbono se difunde desde la sangre hacia los pulmones. De nuevo, no se necesita ningún gasto energético, excepto la respiración. Sí, dos cosas pueden difundirse en direcciones opuestas al mismo tiempo, cada una moviéndose hacia su concentración menor. Entonces, el oxígeno se mueve a través de las membranas húmedas hacia la sangre al mismo tiempo que el dióxido de carbono se difunde en la dirección contraria.

Lleve la discusión a las plantas y pregunte: ¿de qué manera se relaciona la difusión del oxígeno y el dióxido de carbono con las plantas? Los

estudiantes deben discernir que exactamente los mismos principios aplican; sólo que los gradientes de concentración y, por lo tanto, los movimientos están revertidos: la fotosíntesis, al consumir dióxido de carbono, hace que la concentración en la hoja sea menor que aquella en el aire que la rodea, por lo tanto, el dióxido de carbono se difunde a través de la hoja. Lo opuesto ocurre en el caso del oxígeno.

Preguntas/discusiones/actividades para repasar, reforzar, expandir y evaluar aprendizaje:

Los estudiantes deben registrar en sus libretas de ciencias:

- a. El diagrama o los diagramas que ilustren el movimiento browniano y una explicación de su causa en términos del movimiento atómico/molecular.
- b. Diagrama y datos de registro que muestren el progreso de la difusión en el ejemplo observado y una explicación para éste en términos del movimiento atómico/molecular.
- c. Diagrama que muestre un gradiente de concentración, la dirección resultante de la difusión y una explicación que lo acompañe.
- d. Diagramas con oraciones de soporte que muestren el potencial de las moléculas para difundirse entre gases, líquidos y sólidos.
- e. Diagrama y explicación de cómo el cuerpo depende de la difusión para obtener oxígeno y para librarse del dióxido de carbono.

Establezca un centro de actividad donde los estudiantes puedan realizar observaciones más profundas del movimiento browniano y donde puedan probar y comparar los pases de difusión de varias sustancias coloreadas solubles en agua.

Facilite que los alumnos creen y lleven a cabo obras representativas que muestren el movimiento browniano y la difusión.

Dé ejemplo de sustancias liberadas en el aire quieto o vertidas en agua estacionaria y haga que los estudiantes describan y expliquen los resultados que se pueden esperar.

Dé ejemplos de diferentes concentraciones en dos localidades y haga que los estudiantes mencionen el movimiento general que puede ser esperado de este movimiento.

Dé experiencias de la vida real que puedan ser explicadas en términos de difusión.

En pequeños grupos plantee y discuta preguntas como las siguientes:

- ¿Qué es el movimiento browniano y por qué ocurre?
- ¿Qué queremos decir con difusión? Dé ejemplos que la ilustren.
- ¿De qué manera se relacionan el movimiento browniano y la difusión? ¿Qué queremos decir con un gradiente de concentración?
- ¿Qué tiene que ver un gradiente de concentración con la difusión?
- ¿De qué manera la vida de todos los seres vivos depende de la difusión? Describa esto en términos de

ejemplos específicos.

- Durante un ejercicio vigoroso, usted puede encontrarse respirando agitadamente y aun así sentir que no puede obtener suficiente aire. ¿Por qué? ¿Cuál es el factor limitante para hacer que el oxígeno entre en nuestro cuerpo?

A los padres de familia y otros proveedores de apoyo:

Tanto como pueda ser práctico, facilite que los niños observen el movimiento browniano visto en las suspensiones de diferentes materiales.

Facilite que ellos establezcan, observen y comparen las tasas de difusión de diferentes materiales solubles en agua.

Discuta cómo el movimiento atómico/molecular es subyacente tanto en el movimiento browniano como en la difusión.

Utilice y haga que los niños empleen la palabra difusión cuando experimenten olores que se esparcen a través de la casa, al observar vapor o

estelas a chorro que se diseminan desde una fuente y otras observaciones parecidas. Llévelos a explicar la difusión y por qué ésta ocurre.

Saque a colación y discuta cómo nuestras vidas (y las vidas de todos los demás seres vivos) dependen del fenómeno de la difusión.

Conexiones con otras lecciones y seguimiento a niveles superiores:

El concepto de movimiento atómico/molecular y el fenómeno resultante de la difusión son fundamentales para comprender numerosos aspectos de la biología, ecología, química, física y tecnología. Esta lección debe ser seguida por la lección A-12, la cual demostrará cómo el movimiento atómico/molecular cambia con la temperatura. Esto proveerá un entendimiento de por qué/cómo el volumen y la densidad también cambian con la temperatura (lección A-17) y el fenómeno básico subyacente en las corrientes de convección (lección A-18). A su vez, las corrientes de convección son centrales para el entendimiento del clima y las condiciones climatológicas (lección D-14).