La capacidad de comprensión lectora



Ciencias Naturales: Biología

Nora Bahamonde

La nutrición en los vegetales

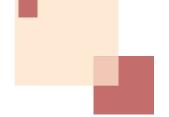
Introducción

Del campo conceptual de la Biología hemos seleccionado el **modelo de nutrición vegetal** como ejemplo de una de las temáticas a ser revisada y profundizada con los estudiantes.

Varias son las razones que justifican esta elección. Es un tema relevante en el marco de la estructura disciplinar, porque permite explicar una idea central: el papel de los vegetales en la producción de materia orgánica y la dependencia de los heterótrofos de este proceso. Su estudio permite mostrar también las estrechas relaciones entre los seres vivos y el medio a través de sus intercambios de materiales y energía. El tratamiento de este tema brinda otras posibilidades adicionales como la de reconstruir, alguna parte del proceso histórico que dio origen al concepto de fotosíntesis, ya que hay abundante información documentada acerca de la construcción histórica de las ideas sobre este proceso, tal como la entendemos hoy. Para ello contamos en la bibliografía específica, con relatos textuales de algunos de los científicos involucrados, que describen las experiencias que realizaron y las interpretan, desde las visiones científicas dominantes en su época. Estos materiales favorecen la incorporación de una reflexión contextuada acerca de la actividad científica, la concepción de ciencia predominante, así como la evolución de ambas a través del tiempo.

Por otra parte este tema es potente porque permite la elaboración de diseños experimentales concretos y fáciles de implementar por parte de los estudiantes y el análisis y la interpretación de una variedad de resultados de investigación, en el formato de gráficas o tablas sobre experiencias de realización más difícil en el ámbito escolar. La comprensión de esta temática, así como sus implicancias ambientales la sitúan en un lugar privilegiado en relación con los problemas socialmente significativos, tratados profusamente por los medios de comunicación, por ejemplo el problema de la deforestación o la contaminación de los ambientes acuáticos, lo que justifica también su tratamiento desde la perspectiva de una alfabetización científica ciudadana para la toma de decisiones informadas.

La secuencia que se presenta a continuación es un recorte de una unidad didáctica más amplia que describiremos someramente. En esta secuencia hemos puesto el **foco** en el desarrollo de la **capacidad de comprensión lectora**, para la que utilizaremos como material de lectura textos sobre las experiencias históricas mencionados. Al diseñar esta secuencia nos proponemos que los alumnos tengan la oportunidad de seleccionar e interpretar información proveniente de fuentes de las disciplinas científicas, analizarla y organizarla utilizando distintos formatos.



Secuencia didáctica

1. Comunicación de los objetivos de la secuencia didáctica

Con la finalidad de encuadrar la primera parte de la secuencia didáctica diseñada será conveniente que el docente comunique a los alumnos cuáles serán los objetivos de aprendizaje a los que apuntan las actividades planificadas. Es importante explicitarlos y discutirlos con los estudiantes para que comprendan la funcionalidad de dichos aprendizajes, conozcan qué se espera de ellos durante el desarrollo del trabajo en clase e independiente y se responsabilicen por este proceso. Se espera también que los alumnos tomen conciencia del nivel de progresión conceptual y de capacidades que vayan logrando, para delinear junto con el docente, los cursos de acción más convenientes para mejorar y seguir aprendiendo de manera cada vez más autónoma.

El profesor comunicará que las situaciones de enseñanza apuntarán a que los alumnos:

- construyan o profundicen los conceptos incluidos en el modelo de nutrición vegetal;
- se acerquen a las estrategias de indagación propias del campo de las ciencias naturales en el contexto de un tema central de la biología;
- reconstruyan el proceso histórico que dio origen al concepto de fotosíntesis, a partir de las preguntas o problemas de investigación que se formularon los científicos en distintas épocas;
- adquieran, revisen o profundicen competencias para la comprensión de textos informativos de distinto tipo, contextualizados en una temática específica de la biología.

2. Activación de los conocimientos previos y problematización acerca de la nutrición en vegetales

Se sugiere diseñar situaciones que puedan ser problematizadas por los estudiantes, que apunten a rescatar los fenómenos tal como aparecen en la vida cotidiana, y les permita poner en juego explicaciones de sentido común que circulan sobre los procesos de fotosíntesis y respiración en los vegetales. En esta etapa el docente se propone conocer y activar las ideas previas de los estudiantes. Es importante que los estudiantes expresen todas sus ideas y puntos de vista, más allá de que sean más o menos correctas desde el punto de vista científico.

Se puede proponer, por ejemplo, que los alumnos elaboren argumentos a favor o en contra de la creencia popular acerca de que hay que sacar las plantas de las habitaciones durante la noche, porque "contaminan" el aire. Los alumnos deberán entonces identificar la variedad de posibles factores involucrados en sus argumentos, buscando evidencias que apoyen un argumento u otro. Otra alternativa podría ser preguntar a los alumnos de dónde creen que proviene la materia vegetal de cualquier árbol adulto. Las ideas y evidencias propuestas se registrarán en afiches.

Esta actividad puede ser realizada en pequeños grupos y podrá continuar con una discusión, a nivel del grupo clase, sobre las principales creencias que aparecieron, tratando de distinguir entre supuestos y evidencias y de identificar contradicciones o acuerdos en las explicaciones formuladas, carencia de información, etc.

3. Introducción de nuevos puntos de vista y ampliación de la información

En esta etapa será necesario que los estudiantes puedan ampliar sus puntos de vista e ir progresivamente incorporando nueva información para contestar las preguntas que dejaron planteadas y reestructurar sus ideas sobre la nutrición en los vegetales.

Para ello resulta interesante que puedan identificar un paralelo entre este proceso de indagación científica que ellos van a iniciar y el camino que los científicos recorrieron históricamente.

Un camino que los llevó a plantearse preguntas sobre el tema y a diseñar estrategias experimentales para la búsqueda de evidencias. De este modo, preguntas y experimentos, permitieron interpretar a través de explicaciones diferentes o complementarias de complejidad creciente, el fenómeno de la fotosíntesis, en distintos momentos históricos.

Como la ciencia es una actividad social en la que se comparten los resultados, una estrategia posible es que los alumnos lean textos de autores que han descrito experimentos científicos y sus conclusiones sobre el tema en cuestión. En ese caso tendrán que evaluar cuál es la credibilidad de estos autores, cuál es el **propósito** de esta comunicación y si las inferencias o conclusiones a las que arriban están adecuadamente basadas en la evidencia que informan.

Finalmente tendrán que *comparar* los experimentos descritos con la situación que intentan resolver y *evaluar* si las conclusiones que proponen los autores pueden *generalizarse* para incluir su situación.

A continuación proponemos una serie de actividades que pueden ser útiles como orientadoras del trabajo en clase.

Lectura de textos históricos sobre la construcción de la idea de fotosíntesis

En función de los propósitos planteados, el docente seleccionará dos o tres textos a partir de libros de Biología que incorporen un enfoque histórico del desarrollo de esta idea científica (por ejemplo: Baker y Allen o BSCS). En este momento de la secuencia didáctica el docente se propone que los alumnos lean en clase textos informativos y narrativos sobre el tema científico escogido. Si bien en un principio estos textos pueden resultarles de dificil acceso, el docente puede ayudarlos a desarrollar estrategias que les permitan abordarlos paulatinamente con mayor éxito y autonomía.

Le sugerimos algunas estrategias que pueden resultar útiles para que los alumnos realicen una tarea de lectura interactiva con los textos, por ejemplo:

Antes de la lectura

En un momento inicial es importante que los alumnos puedan anticipar el contenido del texto escogido para comenzar, poniendo en juego sus expectativas e ideas previas acerca del tema. Luego deberán realizar una lectura rápida del material seleccionado, para poder identificar en el texto, los siguientes rasgos:

- La clase de texto que se va a leer (narrativo, descriptivo, argumentativo, una combinación de varios, etc.).
- Los temas que efectivamente incluye el texto, a partir de la lectura e interpretación de los títulos y subtítulos de sus partes.
- Los datos del autor (un periodista, un científico, una persona interesada en el fenómeno), una hipótesis acerca de cuál es su propósito (divulgar un resultado científico, opinar sobre un problema de interés para la comunidad, enseñar un tema, etc.) o la época y lugar en los que escribe.
- La presencia de: tablas, fórmulas matemáticas, gráficos, esquemas, imágenes (fotografías, dibujos) y su función en el texto.

Para que los alumnos puedan identificar el tipo de texto es importante que discutamos con ellos los rasgos más significativos de cada uno. Por ejemplo, al caracterizar los textos descriptivos es interesante mencionar, que describir, en algún sentido, implica establecer la manera de mirar los objetos o los hechos. Así, las propiedades o características seleccionadas tienen que ser relevantes desde la perspectiva biológica y pueden no serlo para otras disciplinas. En un texto argumentativo, en cambio, el autor intentará proponer y validar explicaciones, basándose en un modelo científico, por ejemplo, intentar explicar el proceso de fotosíntesis en el marco del intercambio de materiales y energía que llevan a cabo los seres vivos.

Será conveniente también, orientar el sentido de la lectura haciendo hincapié, tanto en las preguntas o hipótesis de investigación que elaboraron los científicos, como en la descripción de los diseños experimentales que llevaron a cabo y de los resultados obtenidos.

Este itinerario los conducirá desde el experimento inicial de Van Helmont; pasando por el de Hales, significativo por la inclusión de un control y por sus valiosas conclusiones con respecto a la interacción de las plantas con la atmósfera; por los de Priestley, que planteó que las plantas "invierten" el efecto del enviciamiento del aire a través de la respiración animal o los de Ingenhousz que concluye por primera vez que la luz era necesaria para llevar a cabo los procesos fotosintéticos hasta aproximarse a la visión moderna de la fotosíntesis, producto de una larga y compleja serie de experimentos llevados a cabo durante la última mitad del siglo XX. (Ver Anexo en página 23).

Durante la lectura

Es importante que el docente explicite a sus alumnos que realizarán una primera lectura general de los textos, para luego profundizar en el contenido de cada párrafo y extraer la información relevante. Del mismo modo, puede ser muy útil explicarles las dificultades que pueden encontrar durante la lectura de los textos y acompañar este proceso, es decir, leer algunos párrafos con ellos, detenerse en los de mayor densidad conceptual para preguntarles sobre sus dudas, solicitarles explicaciones e interpretaciones, que a su vez le permitan reponer información que los alumnos no tienen y que el texto da por existente, explicar significados, dar ejemplos, "abrir" conceptos; etc.

A continuación presentamos algunos párrafos de la primera lectura propuesta en el libro de Baker y Allen (1970), Capítulo 8, página 161 y la forma en que el docente podría trabajarlo en clase:

8-3 El problema

El problema de la nutrición en las plantas puede parecer sencillo. ¿Cómo crece una planta? ¿De dónde obtiene materiales para construir material vegetal adicional? Parece fácil entender cómo pueden crecer los animales. Se observa que ellos devoran alimentos y se supone, que luego lo utilizan para construir más material animal. Las plantas, sin embargo, con raras excepciones no se alimentan de esta manera.

Luego de la lectura del párrafo inicial, el docente señala que en la primera frase hay un concepto, que es necesario "abrir" para aclarar su significado. Para ello propone a varios alumnos que expliquen lo que entienden por **nutrición** y va anotando en el pizarrón sus ideas, repreguntando cuando la explicación le parece confusa y tratando de complejizar esa primera definición en consenso con la clase. Si persisten las dudas o desacuerdos puede sugerir a los alumnos consultar el libro de texto o un diccionario para completar o ampliar las ideas explicitadas.

Con respecto a las preguntas que siguen en el texto, será importante relacionarlas con uno de los problemas planteados al inicio de la secuencia didáctica y recordar los supuestos y evidencias que habían registrado los grupos en afiches. En este momento será útil contrastar sus explicaciones con el crecimiento de los animales y averiguar si sus alumnos están de acuerdo con la aseveración del texto al respecto. Para concluir el trabajo sobre este párrafo puede preguntarles si conocen ejemplos de las raras excepciones que menciona el texto, en relación a plantas que se alimentan de manera similar a los animales.

El segundo párrafo del primer texto seleccionado dice:

Uno de los primeros en estudiar este problema fue Jan Baptista Van Helmont (1577-1644). A pesar de que la mayor parte de sus estudios fueron de naturaleza química, Van Helmont llevó a cabo un experimento muy significativo con un árbol de sauce. En este experimento, él intentó descubrir la fuente de los materiales nutritivos para los vegetales.

En este punto vale la pena llamar la atención de los alumnos sobre el hecho de que en el segundo párrafo, los autores cambian el estilo e introducen un texto narrativo que nos presenta a un personaje, presuntamente un científico, que vivió en el pasado y que se planteó un problema similar al que nos ocupa. Este tipo de texto genera una buena oportunidad para conversar acerca del lugar y el contexto sociocultural en que vivió Van Helmont y para ampliar sus datos biográficos, que aparecen muy concisos en el texto. Puede ser muy interesante, para generar expectativas sobre la lectura que sigue, preguntar a sus estudiantes cómo creen que era el diseño del experimento de Van Helmont con el árbol de sauce. Para ello debería pedirles que identifiquen el propósito del mismo en el párrafo leído.

El párrafo siguiente está redactado en primera persona. Es el mismo Van Helmont quien describe el experimento que realizó. Le sugerimos que pida a algún alumno que lea el texto poniéndose en el lugar del científico, mientras otro toma notas en el pizarrón de los aspectos más salientes del experimento.

He aquí sus propias palabras:

Tomé una macetera, en la cual coloqué 90,7 kilos de tierra que había sido secada en un horno, la humedecí con agua de lluvia, y sembré en ella un tronco o tallo de un árbol de sauce que pesaba 2,30 kilos. Finalmente después de 5 años de cuidados, el árbol había crecido y pesaba 76,74 kilos. Cuando era necesario, siempre humedecía la tierra de la macetera con agua de lluvia o agua destilada. La macetera era grande y estaba implantada en la tierra. Para que el polvo en los alrededores no se entremezclara con la tierra, cubrí los bordes de la macetera con una placa de hierro cubierta con plomo y con muchos huecos. No computé el peso de las hojas que cayeron durante cuatro otoños. Al final, sequé de nuevo la tierra que había en la macetera y se encontraron los mismos 90,7 kilos, faltando unos 56,7 gramos. Por lo tanto, 74,5 kilos de madera, corteza y raíces se formaron solamente de agua.

Una vez concluida la lectura entre todos (alumnos y docente) se puede ayudar a organizar las notas del pizarrón, por ejemplo, sugiriendo dividir la información en cuatro sectores: materiales utilizados en el experimento, acciones o procedimientos llevados a cabo, resultados obtenidos y conclusión de Van Helmont. En los sectores o columnas delimitados se pueden incluir también algunos dibujos. Luego podemos pedir a los alumnos que registren en sus carpetas la información.

Para chequear las interpretaciones del grupo sobre algunos aspectos del diseño del experimento, le proponemos plantear una serie de preguntas como las siguientes: ¿Por qué les parece que la tierra se había secado en un horno? ¿Por qué creen que Van Helmont no quería que la tierra de su macetera se entremezclara con el polvo de los alrededores? ¿Por qué le habrá dejado huecos a la placa de hierro cubierta con plomo? ¿Qué importancia podía tener no computar el peso de las hojas?, etc.

A continuación le sugerimos promover un debate en la clase sobre el diseño experimental de Van Helmont y criticar o cuestionar algún aspecto del mismo, proponiendo una forma alternativa de llevarlo a cabo y fundamentando las razones del cambio.

Por último, antes de seguir avanzando en la lectura, será necesario discutir con la clase si la conclusión de Van Helmont era acertada, parcial o totalmente, o si él estaba completamente equivocado. Otra cuestión importante es si daba solución al problema que se había planteado.

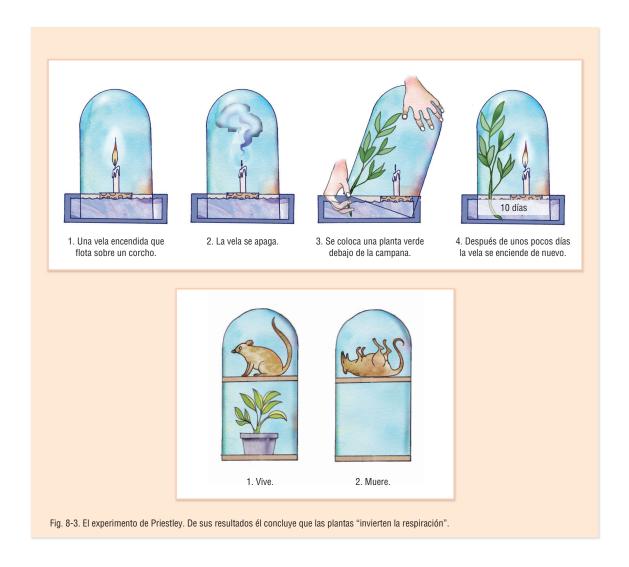
En el párrafo siguiente, el texto propone una figura (8-1) en la que se muestra el experimento de Van Helmont. Le proponemos ahora que lo comparen con la información organizada por la clase en el pizarrón y discutan sus semejanzas y diferencias.

Para finalizar habrá que continuar con la lectura del texto (hasta finalizar el apartado 8-3), orientando a los alumnos de manera similar al trabajo realizado con el primer párrafo. Por ejemplo, será imprescindible explicar o "abrir" el concepto de *transmutación*, una idea ampliamente aceptada en su época, que lo llevó a elaborar sus conclusiones en perfecto acuerdo con esa visión científica.

Existen otras estrategias que se pueden proponer a los estudiantes para facilitar la comprensión durante la lectura. A continuación presentamos estas estrategias y ejemplificamos algunas, a partir de los textos escogidos:

■ Escribir notas al margen, para recuperar o localizar información, registrar cualquier idea que les sugiera el material; señalar los párrafos que no les quedaron claros, identificando los nuevos términos científicos o escribir en palabras la información presentada en un gráfico.

Por ejemplo, al analizar las figuras y el epígrafe del experimento de Joseph Priestley (Baker y Allen, figura 8-3, página 166), puede solicitar a los estudiantes que escriban, de a dos o en grupo pequeño, un texto descriptivo sobre el experimento realizado por él, que le permitirá retroalimentar las interpretaciones de la clase, detectar errores, etc.



Aclarar aquellas partes que resulten confusas, utilizando otros textos, (diccionarios, enciclopedias, imágenes, etc.), consultando a algún referente, discutiendo en grupo con los compañeros y el docente o complementando la información con observaciones del natural.

Por ejemplo, en la primera parte del apartado 8-4 (página 162, Baker y Allen, 1970) se describen los estomas de las hojas en las plantas. En el mismo texto se indica una fotografía color de la imagen microscópica de estomas. Otra alternativa sería proponer a los alumnos, en este momento de la lectura, llevar a cabo una observación en el microscopio de preparados de estomas de hojas de distintas especies, para poder contrastar el relato de los primeros microscopistas y sus explicaciones con las propias observaciones y dibujos del natural del material observado.

■ Formularse preguntas que permitan extraer la información central de cada texto. El docente también puede formular preguntas orientadoras a la clase que permitan rescatar los aspectos relevantes de los hechos y procesos estudiados, tratando de evitar aquellas que conduzcan a una reproducción literal de fragmentos del texto. Conviene elegir cuestiones que propicien la búsqueda de la contextualización de los episodios elegidos, la descripción de situaciones, la identificación de causas, las explicaciones multicausales, la identificación de los distintos actores involucrados, de sus puntos de vista e intereses, la ubicación temporal y espacial, la identificación de consecuencias, el establecimiento de relaciones pasado-presente, entre otras.

Por ejemplo, puede resultar interesante vincular el desarrollo del microscopio en la última parte del siglo XVII, con algunos avances en el campo de la biología. Esta nueva tecnología permitió identificar estructuras como los estomas y posibilitó que uno de los primeros microscopistas, Nehemiah Grew, se planteara la siguiente pregunta: ¿Será que estas aberturas (estomas) permiten el intercambio entre las plantas y la atmósfera? Esta cuestión, de crucial importancia para la investigación de la fotosíntesis, abrió el camino a otros investigadores como Stephen Hales (1677-1761), que se interesó en todo el problema del flujo de materiales a través de las plantas.

- Numerar los párrafos, especialmente en aquellos textos que relatan hechos históricos científicos, para indicar la secuencia de los acontecimientos y reconstruir los núcleos narrativos básicos.
 - Por ejemplo, luego de haber realizado la lectura en profundidad de los textos seleccionados en esta secuencia didáctica y una vez numerados los párrafos e identificados los núcleos narrativos más relevantes, se puede construir con la clase una línea de tiempo histórica. En ella se ubicarán la secuencia de los hechos estudiados, sus protagonistas, los experimentos más significativos, las contribuciones científicas en cada caso, etc. Se podrían agregar gráficos de los experimentos, fotografías o retratos, si los hubiera, datos del contexto sociocultural, otros eventos relevantes, etc. Si en la escuela contaran con los recursos necesarios, sería muy interesante que los alumnos desarrollaran la línea de tiempo como un hipertexto, que contenga la información mencionada.
- Reformular el material leído en otro formato (por ejemplo: elaborar una tabla, un dibujo de los experimentos realizados y los resultados obtenidos con referencias escritas, escribir el diario del científico, etc.). Esta actividad permitirá al docente evaluar el grado de comprensión alcanzado por los alumnos, contrastar las interpretaciones realizadas, detectar los errores más frecuentes, etc.
 - Por ejemplo, una actividad que puede plantear a los estudiantes, es la reconstrucción de las diferentes biografías de los científicos estudiados, asignando una a cada grupo. La propuesta sería combinar los relatos en primera persona incluidos en los textos trabajados, con datos biográficos relevados por los alumnos.

Sistematización de la información posterior a la lectura

Es importante retomar lo leído en otras actividades para favorecer la construcción conceptual del contenido científico. Con este propósito el docente puede proponer alguna de las siguientes estrategias:

- Hacer un registro escrito sintético del texto, resaltando aquellos aspectos que consideraron fundamentales para seguir un razonamiento. Para ello deben reconstruir y explicitar las inferencias que realizaron durante la lectura. No se trata de un resumen, sino de una síntesis personal y elaborada sobre lo leído.
- Sistematizar en grupo las discusiones y \ o síntesis sobre el texto leído y registrarlas en un mapa o red conceptual, o en algún otro esquema visual que les facilite la organización de la información y muestre de manera sintética los acuerdos alcanzados. A estos esquemas se pueden ir agregando nuevos interrogantes o volver en un momento posterior de la secuencia didáctica y añadir en otro color los cambios en sus ideas o nuevas ideas. Este es un recurso que permite al docente visualizar la reestructuración de las ideas y modelos teóricos que van construyendo los alumnos y su evolución.
- Identificar si en el texto se responden las preguntas que ellos se habían formulado, si coincide, amplia o se opone a lo que ya sabían acerca del tema y proponer sus propias interpretaciones de estos resultados, discutiendo en grupo, las debilidades y fortalezas de estas explicaciones, así como el surgimiento de nuevas preguntas.

Las actividades planteadas permitirán a los alumnos advertir que las primeras preguntas de los científicos eran concretas y bastante globales y surgían del intento de querer explicar lo que sucedía a su alrededor. Esas preguntas pueden tener algunos puntos en común con las que los estudiantes plantearon y que provienen de observaciones o creencias, cuya fuente es la vida cotidiana.

Las cuestiones iniciales acerca de las plantas en las habitaciones durante la noche o la explicación sobre el aumento de materia vegetal en un árbol adulto, se inscriben ahora en un problema mucho más general, que necesita explicar otros hechos y desencadena nuevas preguntas orientadas por el docente: ¿Qué tipo de interacciones se establecen entre las plantas y la atmósfera? ¿Serán iguales durante el día que durante la noche? ¿Ocurrirá lo mismo con plantas terrestres y acuáticas?¿Cuáles son los elementos "nocivos" o "purificadores" que eliminan los vegetales? ¿Y los animales? ¿Qué procesos los originan? ¿Hay alguna relación entre el suelo y estos procesos? ¿Son distintas las interacciones que se establecen entre los animales y el aire?, etc.

En esta etapa es muy importante que los alumnos formulen también sus propios interrogantes, significativos para ellos, ya que esta estrategia didáctica favorece el desarrollo de una mayor autonomía y del pensamiento crítico. La intervención del docente en este momento debería apuntar a lograr que los estudiantes conviertan estas cuestiones en hechos relevantes investigables.



4. Hacia la sistematización y estructuración de las nuevas ideas

En la siguiente etapa, el docente puede solicitar a los alumnos que cada grupo de trabajo seleccione alguno de los diseños experimentales clásicos que se proponen en los libros de texto y que lo pongan en marcha La inclusión en esta etapa de la actividad científica experimental, luego de haber revisado la construcción histórica del concepto de fotosíntesis permitirá a los alumnos "leer" el experimento concreto desde la mirada de la ciencia, para dotarlo de sentido y significado.

Entre los más conocidos podríamos citar, por ejemplo:

- **a.** La investigación de la maquinaria fotosintética a través de la identificación de los pigmentos de la clorofila, etc.
- b. El papel de la luz en la elaboración de almidón durante la fotosíntesis.
- c. La variación de la velocidad de reacción de la fotosíntesis en función de la intensidad de la luz.
- **d.** La variación de la velocidad de reacción de la fotosíntesis en función de la temperatura.
- e. La variación de la velocidad de reacción de la fotosíntesis en función de la concentración de CO²

La realización de estos experimentos pone en juego procedimientos específicos de la *actividad científica escolar*, como el planteo de las preguntas e hipótesis de investigación, el armado de dispositivos, la medición y el registro de datos, el análisis y la interpretación de resultados experimentales y la elaboración de conclusiones que permitan conectar evidencias y explicaciones en el marco del modelo científico trabajado.

Comentarios finales

Enseñar ciencia a nuestros alumnos implica enseñarles, al mismo tiempo, a leer y a comprender, a hablar y a escribir sobre ciencia. La comprensión lectora, es una habilidad cognitivo lingüística que es necesario contribuir a desarrollar en las clases de ciencias naturales y una herramienta para pensar y construir significados científicos. En nuestras sociedades basadas en la información es cada vez más importante, que podamos ayudar a los estudiantes a utilizar la información para construir conocimiento. Un conocimiento que sea a la vez *racional*, basado en las explicaciones sobre el mundo que hoy la ciencia considera aceptables, y *razonable*, en la medida que sea plausible y significativo para ellos y que sea un conocimiento para la acción.



Anexo

Baker y Allen (1970). Biología e Investigación científica. Fondo Educativo Interamericano.

8-3 El problema

El problema de la nutrición en las plantas puede parecer sencillo. ¿Cómo crece una planta? ¿De dónde obtiene materiales para construir material vegetal adicional? Parece fácil entender cómo pueden crecer los animales. Se observa que ellos devoran alimentos y se supone, que luego lo utilizan para construir más material animal. Las plantas, sin embargo, con raras excepciones, no se alimentan de esta manera.

Uno de los primeros en estudiar este problema fue Jan Baptista Van Helmont (1577-1644). A pesar de que la mayor parte de sus estudios fueron de naturaleza química, Van Helmont llevó a cabo un experimento muy significativo con un árbol de sauce. En este experimento, él intentó descubrir la fuente de los materiales nutritivos para los vegetales. He aquí sus propias palabras:

Tomé una macetera, en la cual coloqué 90,7 kilos de tierra que había sido secada en un horno, la humedecí con agua de lluvia, y sembré en ella un tronco o tallo de un árbol de sauce que pesaba 2,30 kilos. Finalmente después de 5 años de cuidados, el árbol había crecido y pesaba 76,74 kilos. Cuando era necesario, siempre humedecía la tierra de la macetera con agua de lluvia o agua destilada. La macetera era grande y estaba implantada en la tierra. Para que el polvo en los alrededores no se entremezclara con la tierra, cubrí los bordes de la macetera con una placa de hierro cubierta con plomo y con muchos huecos. No computé el peso de las hojas que cayeron durante cuatro otoños.

Al final, sequé de nuevo la tierra que había en la macetera y se encontraron los mismos 90,7 kilos, faltando unos 56,7 gramos. Por lo tanto, 74,5 kilos de madera, corteza y raíces se formaron solamente de agua.*

Los experimentos de Van Helmont se muestran en la Fig 8-1. A él le pareció que la materia vegetal, representada por la ganancia en peso, había venido solamente del agua, puesto que no había habido una pérdida de peso apreciable en la tierra. En la última frase Van Helmont establece su conclusión. Asume que el agua ha sido trasmutada en madera, que él considera como un material "térreo".

* Todos los párrafos citados en este capítulo se hicieron con permiso de L. K. Nash, "Plants and the Atmosphere", en *Harvard Case Histories in Experimental Science*, Vol. II (Cambridge: Harvard University Press, 1957), pp. 325-436.

Para Van Helmont esta conclusión parecía lógica e inevitable. Estaba en perfecto acuerdo con las predicciones de la hipótesis de la transmutación, ampliamente aceptada en esos días. Por consiguiente, teniendo en cuenta el tiempo en el cual se llevó a cabo este experimento, las conclusiones de Van Helmont son comprensibles y razonables. El experimento en sí fue un buen experimento. (En aquel tiempo no se consideraba esencial el uso de un control). ¿Qué sucedia con los gases que rodeaban a la planta en la atmósfera? Van Helmont no los consideró capaces de formar parte del material vegetal. A pesar de que Van Helmont, no tomó en cuenta esta variable tan importante, debe dársele crédito por haber iniciado una investigación que estimuló a otros a extenderse mucho más allá.

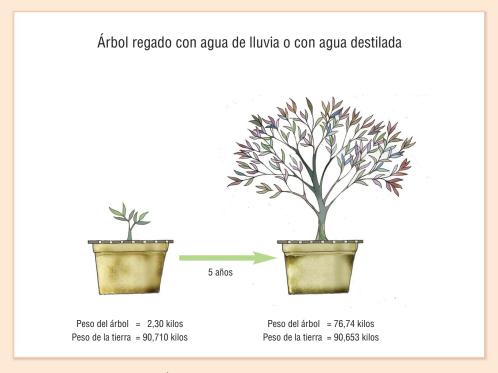


Fig. 8-1. El experimento de Van Helmont. Él concluyó que la ganancia en peso mostrada por la planta se debía totalmente al agua utilizada para su riego durante 5 años.