

# UNA INVESTIGACIÓN SOBRE ACTIVIDADES PRÁCTICAS DE GERMINACIÓN Y COMBUSTIÓN EN LA FORMACIÓN INICIAL DE LOS MAESTROS

**MEMBIELA, PEDRO y VIDAL, MANUEL**  
Universidad de Vigo.

---

**Palabras clave:** Actividades prácticas; Formación inicial; Investigación-acción; Futuros maestros.

## INTRODUCCIÓN

Se ha desarrollado una investigación sobre las actividades prácticas de germinación y combustión temáticas relevantes desde el punto de vista social y personal para estudiantes futuros maestros de Educación Primaria (6-12 años), cuyo marco teórico ha sido la investigación acción puesto que son los propios profesores quienes examinan la naturaleza y efectos de su enseñanza, incluyendo investigar la efectividad de ciertas estrategias de enseñanza o determinadas modificaciones curriculares.

El objeto de la investigación-acción es explorar la práctica educativa tal y como ocurre en las aula y del centro, dónde se investigan acciones y situaciones que son problemáticas para los docentes, que pueden ser mejoradas y admiten una respuesta práctica. Los profesores son docentes, pero también investigadores que exploran la realidad en que se desenvuelven profesionalmente, y pueden participar expertos como asesores o colaboradores. La investigación-acción prefiere el enfoque cualitativo y utiliza técnicas de recogida de información variadas, tanto en las fuentes como en las perspectivas. En todo caso, huye de la sofisticación para que puedan ser utilizadas por los profesores, teniendo en cuenta su formación previa y sus responsabilidades como docentes. Además, la investigación-acción se estructura en ciclos de investigación en espiral, contando con fases de reflexión inicial, de planificación, de acción y de reflexión, generando esta última un nuevo ciclo de investigación. La finalidad última de la investigación-acción es mejorar la práctica, al tiempo que se mejora la comprensión que de ella se tiene y los contextos en los que se realiza (Suárez, 2002).

## METODOLOGÍA Y CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación ha sido realizada por el profesor, que es al mismo tiempo uno de los investigadores, de la materia de Didáctica de las Ciencias Naturales I que se imparte en el primer cuatrimestre del curso 2004-2005 en 2º de Primaria. La actividad de germinación se realizó en una botella de plástico vacía con semillas de legumbres y papel de periódico empapado en agua, y la práctica de combustión se estudiaron los tiempos que tarda en apagarse una vela dentro de un recipiente grande y otro pequeño. Además se realizó la experiencia de apagar la vela dentro de un vaso colocado sobre un plato con agua.

Después de realizar las actividades de germinación y combustión contestaron el siguiente cuestionario de preguntas abiertas:

1. Dibuja el proceso que va desde la semilla a la planta, da nombre a las partes e indica para que sirven. Explica cómo se transforma una semilla en planta.
2. ¿Qué necesita una semilla para germinar? ¿Y una planta para desarrollarse?
3. Explica que ocurre en la combustión de la vela ¿Qué se necesita para arder? ¿Qué se produce en ese proceso? Por qué se apaga?.
4. ¿Qué pasó en la experiencia de apagar la vela con un vaso sobre un plato con agua? ¿Por qué?.
5. Presenta la tabla con los datos recogidos en la combustión en recipiente grande y pequeño y explícala. Se analizaron las respuestas de los estudiantes para de manera inductiva agrupar las comunes en categorías.

## RESULTADOS

### Actividad práctica sobre germinación

1. La mayoría de los futuros maestros dibujan una haba y señalan cómo se generan en la semilla la raicilla y el tallo, surgiendo de lugares diversos lo que parece indicar que la semilla es totipotente para el desarrollo de la planta. Ya ha sido señalado (Duarte y Gonçalves, 2004) que según los estudiantes la germinación puede iniciarse en cualquier parte de la semilla. Dicho de otra manera, parece existir un profundo desconocimiento de que la semilla está organizada con componentes que tienen funciones distintas, y que sólo una reducida parte generaría la nueva planta, y el resto serían los cotiledones (uno o dos, como en el caso de la judía que sería el ejemplo más dibujado) con la función alimentaria.

Incluso algunos señalan como se generan la raíz de la parte inferior y el tallo del extremo opuesto superior, tendencia probablemente marcada por una asimilación a la disposición de la raíz a orientarse hacia el centro de la tierra (geotropismo positivo) y el tallo en sentido opuesto (geotropismo negativo) unido a una tendencia inversa en su comportamiento en relación con la luz (fototropismo).

2. También la mayoría de los futuros maestros señala una coincidencia clara en cuanto a las necesidades de la semilla y de la planta, y que serían para esta mayoría calor, humedad y luz. Ninguno señala la necesidad de oxígeno o aire para germinar las semillas, bastante explicable porque es relativamente poco conocido. Incluso alguno dice textualmente refiriéndose a las necesidades de la semilla "... igual que para la planta". La función que cumple la luz en el desarrollo de la semilla sería "... para ir más rápido" o como "... acelerador". Parece haber una confusión entre el papel del calor y de la luz en la germinación de las semillas y sobre todo una simplificación errónea para la mayoría que iguala las necesidades de semilla y planta. Por otro lado muchos señalan que la luz en las plantas es necesaria para la fotosíntesis, aunque con los datos de que disponemos no podemos profundizar más en la comprensión de este concepto. Sin embargo, algunos señalan que la planta necesita otros nutrientes ("... minerales"), incluso una persona indica que también los necesita la semilla para germinar. Por último, y como es lógico muchos reproducen comentarios del profesor (por ejemplo que las necesidades de calor, humedad o luz deberían ser "... en la medida justa" "... ni mucha ni poca agua").

### Actividad práctica sobre combustión

3. Prácticamente todos señalan la necesidad del oxígeno para la combustión y la producción de  $\text{CO}_2$  (preferentemente usan la fórmula química frente a la denominación dióxido de carbono). Nadie menciona que se genera agua, aunque sí una persona en los diálogos que se establecieron realizando la práctica mencionó el empañamiento del vaso. Ya ha sido señalado (Meheut et al., 1985) que la existencia de agua es más difícil de percibir que la de  $\text{CO}_2$  en estudiantes de 11-12 años y sólo se entendería si ya existiera previamente como uno de los reactivos. No sabemos si tal como señalan estos autores la presencia del oxígeno es percibida como necesaria para reaccionar con el combustible para dar lugar a los productos, o bien éstos podrían generarse directamente de los reactivos sin la interacción entre ellos que supone la reacción química de la combustión. En nuestro caso, algunos mencionan que el oxígeno reacciona con el monóxido de carbono para producir  $\text{CO}_2$ , y tuvimos oportunidad de en una sesión de clase posterior comprobar cómo desconocen la diferencia entre la generación del producto  $\text{CO}_2$  en condiciones de buena aireación o del

producto monóxido de carbono cuando la renovación del aire es deficiente. Suponemos que la mención a la generación del monóxido tiene que ver con el peligro que supone en algunos casos como bodegas o braseros, incluso con muertes de personas y gran repercusión social.

También la gran mayoría indica que cuando no hay oxígeno o hay muy poco la vela se apaga ("... se consume todo el oxígeno", "... casi todo el oxígeno", "... poco oxígeno") aunque algunos de manera matizada ("...no dispone del oxígeno suficiente").

4. Lo que ocurre al apagarse la vela dentro el vaso colocado sobre un plato con agua es un fenómeno especialmente espectacular e impactante para los futuros maestros. En principio y tal como recoge el diario del profesor solo un estudiante comentaba los cambios en la presión, pero los posteriores comentarios del profesor durante la realización de la práctica hicieron que en el cuestionario muchos indicaran ésta como la causa. Se menciona la necesidad o falta de oxígeno dentro del vaso y se dice: "...al no haber oxígeno que hacía presión el agua ocupa ese lugar" y como al faltar o necesitarse oxígeno tiende a introducirse agua en el vaso. Hay aproximaciones a las causas del fenómeno relativamente correctas, al de alguna manera señalar el equilibrio entre la presión interna del aire dentro del vaso y la presión externa atmosférica pero sin llegar a explicar sus causas últimas. En realidad (Birk y Lawson, 1999) cuando se enciende la vela el aire se calienta paulatinamente dentro del vaso y produce una expansión inicial con el correspondiente descenso del nivel del agua en el vaso y cuando se apaga la vela el descenso en la temperatura del aire interior del vaso es brusca, y lo que explicaría el ascenso brusco del nivel del agua en el vaso. Dicho de otro modo, si la causa última fuera el consumo de oxígeno dentro del vaso mientras la vela está encendida no se explica por qué el ascenso no es progresivo, y es en realidad brusco justo una vez la vela se apaga.

Los errores de los estudiantes en esta práctica son similares a los que presentan manuales escolares (Leite y Figueroa, 2004), explicados en su falta de preocupación en apoyar con evidencias el consumo de oxígeno, y más en concreto no preguntarse sobre las variaciones de la concentración de oxígeno en el interior del vaso.

## **CONCLUSIONES Y PROPUESTAS DE MEJORA**

Los problemas detectados en la investigación sobre las ideas de los futuros maestros sobre germinación y combustión sirven para realizar propuestas concretas de mejora, que serán puestas en práctica y evaluadas en el próximo curso académico.

### **Actividad práctica sobre germinación**

1. Puesto que en los futuros maestros existen errores sobre la estructura y funciones de los componentes de las semillas una primera recomendación hace referencia a la necesidad de enseñar la estructura de la semilla, mediante una práctica de disección de semillas mono y dicotiledóneas. Parece que no ha sido suficiente la enseñanza previamente recibida, fundamentalmente a través de textos y figuras, y se hace necesario ir más allá con una práctica complementaria de disección.

2. Existe un problema al pensar muchos futuros maestros que son las mismas necesidades las de la semilla para germinar y que las de la planta para desarrollarse. Probablemente este problema se agrava por el habitual diseño de la práctica en sustrato artificial (algodón, papel,...). Probablemente, el disponer las semillas de tal manera que se puedan ver durante la germinación ayuda a reforzar las concepciones erróneas sobre la necesidad de la luz. Se recomienda por tanto hacer la germinación en tierra, para conocer el proceso más natural de germinación. Para reafirmar la necesidad de oxígeno se recomienda hacer una experiencia comparativa con semillas en agua y en tierra.

3. Se manifiesta el problema de hacer un diseño de una actividad práctica relativamente alejado de lo que se hace en agricultura fuera de la escuela tanto en los materiales (papel o algodón) como en el procedimiento (disponer las semillas en un recipiente transparente para poder observarlas) o incluso los proble-

mas de encharcamiento o falta de aireación más habituales en sustrato artificial y luego pretender que ese conocimiento se pueda utilizar en situaciones de la vida diaria. También Duarte y Gonçalves (2004) proponen una orientación de la germinación más ligada a lo cotidiano (por ejemplo mediante el huerto escolar), lejos de la que denomina práctica del haba en algodón húmedo.

### Actividad práctica sobre combustión

4. Existe un problema de desconocimiento de la presencia del agua como producto de la combustión y para evitarlo se recomienda incidir durante la actividad práctica en el empañamiento del vaso cuando la vela arde en su interior.

5. En relación con la concepción errónea, muy habitual, de que al apagarse la vela se ha consumido todo o casi todo el oxígeno, la solución más sencilla sería introducir al principio un animal en el interior del recipiente (mejor en el grande) y comprobar que respira en atmósfera interior sin mayores problemas. Una opción alternativa sería realizar la experiencia de esa manera, filmarla en vídeo y luego visionarla con los estudiantes.

6. Existen problemas de comprensión por el desconocimiento de la composición química del reactivo combustible, en nuestro caso como son las ceras tipo hidrocarburos con los elementos carbono e hidrógeno. Estas dificultades son manifiestas de manera singular en no reconocer la presencia del hidrógeno como reactivo, puesto que el principio de conservación de la materia indicaría que debe haber más productos que el  $\text{CO}_2$ .

7. También puede ser inadecuada la presentación de la combustión como una reacción química del tipo:  
 $\text{Cera (C}_{25}\text{H}_{52}) + \text{O}_2 \leftrightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{energía}$ .

Porque no se contempla lo que se denomina triángulo del fuego (combustible + oxígeno + temperatura de ignición), necesario para que se produzca el fuego. Habría que acudir al concepto de energía de activación para explicar porque no llega con la presencia de un material combustible en el aire para que se produzca el fuego.

8. Otra cuestión de gran importancia tanto para el profesor como para los estudiantes es lo que denominamos control de las condiciones de experimentación, y aquí se demuestra lo inadecuado de alguna de las recomendaciones al uso. Concretamente, la indicación conforme cuantas más veces se repita la experiencia más ajustados serán los resultados obtenidos. De hecho, el profesor por su experiencia de otros años recomendó repetir el experimento un número limitado de veces (3-5), porque la experiencia demuestra que pueden aparecer incluso medidas disparatadas, probablemente debido a la falta de control de las condiciones de experimentación (temperatura del vaso, renovación del aire de interior del vaso, intensidad de la llama...)

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BIRK, J.F. y A.E. LAWSON (1999). The persistence of the candle-and-cylinder misconception. *Journal of Chemical Education*, Vol. 76(7), pp. 914-916.
- DUARTE, C. y GONÇALVES, M.F. (2004). O trabalho laboratorial na aprendizagem do conceito de germinação: Um estudo no 6º ano de escolaridade (pp. 167-172) en Pilar Díaz et al. *XXI Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Universidad del País Vasco.
- LEITE, L. y FIGUEROA, A. (2004). As actividades laboratoriais e a explicação científica en manuais escolares de ciências. *Alambique*, Vol. 39, pp. 20-30.
- MEHEUT, M., SALTIEL, E. y TIBERGHIE, A. (1985). Pupils' (11-12 year olds) conception of combustion. *European Journal of Science Education*, Vol. 7(1), pp. 83-93.
- SUÁREZ, M. (2002). Algunas reflexiones sobre la investigación colaboradora en educación. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* Vol. 1(1) artículo 3.