

INVESTIGACIÓN-ACCION EN LA ENSEÑANZA DE PROBLEMAS AMBIENTALES EN SECUNDARIA: LA LLUVIA ACIDA

CASTRO GUÍO, M^a DOLORES¹ y GARCÍA RUIZ, ANDRÉS²

¹ Departamento de Física y Química. I.E.S. Atenea. Fuenlabrada (Madrid).

² Departamento de Didácticas Específicas. Facultad de Formación de Profesorado y de Educación. Universidad Autónoma de Madrid.

Palabras clave: Investigación-acción; Problemas ambientales; Lluvia ácida; Proyectos curriculares innovadores; Ácidos y productos naturales.

OBJETIVOS

- Aplicar la investigación-acción en el aula en la enseñanza de las ciencias en secundaria.
- Realizar una investigación científica.
- Determinar los daños que produce la lluvia ácida sobre las plantas.
- Estudiar la variación de la acidez en el suelo por la acción de ácidos y productos naturales.
- Desarrollar proyectos curriculares innovadores.

MARCO TEORICO

La ciencia es una actividad práctica además de teórica, estando en gran parte de la actividad científica centrada en la experimentación.

Hasta la fecha se han publicado extensas revisiones sobre los trabajos prácticos y al igual que otros autores (Izquierdo et al., 1999), creemos necesario continuar defendiendo la importancia de las prácticas experimentales.

Los problemas de la formación científica en nuestro alumnado se ha denominado como crisis de alfabetización científica (Matthews, 1994) y por ello debemos orientar la enseñanza de las ciencias hacia una responsabilidad social (Cross y Price, 1994).

La educación en la ciencia para la acción, y para la relevancia social, tiene como objetivo ayudar a formar futuros ciudadanos para la acción y considera a los adolescentes como ciudadanos que tendrán su lugar en la sociedad (Membiela, 2002).

Consideramos que debemos trabajar por una educación que sirva de agente de transformación de la sociedad y que también se aproveche para mejorar las condiciones sociales de la población en general.

La investigación-acción está interesada en los problemas prácticos que encuentran los profesores en las

aulas y en encontrar soluciones a los mismos. Implica el desarrollo profesional del profesorado y la idea de los profesores como investigadores ha sido ampliada para incorporar la teoría en el análisis de las condiciones existentes en los centros educativos y en el uso de la investigación con el fin de iniciar y promover un cambio en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

La investigación-acción se centra en la posibilidad de aplicar categorías científicas para la comprensión y mejoramiento de la organización, partiendo del trabajo colaborativo, colaborando en el análisis de las acciones humanas y situaciones sociales que pueden ser inaceptables en algunos aspectos y susceptibles de cambio y que por tanto requieren respuestas.

La lluvia ácida es producida por la emisión de óxidos de nitrógeno y anhídrido sulfuroso, los cuales junto con los ácidos que forman pasan del aire a las nubes mediante solubilización en el agua de las gotas que forman las nubes.

El agua de lluvia se puede considerar naturalmente ácida, dado que su pH suele ser de 5.6, debido al dióxido de carbono de la atmósfera que es absorbido por las gotas de agua formando una solución débilmente ácida de ácido carbónico.

La contaminación atmosférica afecta al medio ambiente directa e indirectamente. Cuando los contaminantes descienden con la lluvia, el suelo y el agua recogen estos ácidos, dependiendo la acidificación de estos medios de la magnitud de los contaminantes que descienden en las lluvias y de la resistencia que tanto el suelo como el agua ofrezcan a dicha acidificación.

La sedimentación ácida afecta al medio edáfico ya que gran número de ácidos orgánicos tiene la capacidad de solubilizar fosfatos dejando libre al ión fosfato en estado soluble.

Entre los ácidos más activos en el suelo se encuentran el cítrico y el láctico. El ácido carbónico que se forma a partir del CO₂ proveniente de la respiración microbiana y radicular, aunque no es un ácido orgánico, también actúa en forma similar.

La vida de las plantas se ve afectada por la sedimentación ácida en tres aspectos: al alterar la capa de cera protectora de las hojas, lo que disminuye la resistencia ante enfermedades; al inhibir la germinación de la planta y su reproducción y en la aceleración de la descomposición del suelo y la remoción de los nutrientes.

CONTEXTO DE LA EXPERIENCIA

La lluvia ácida es uno de los problemas ambientales que sufre nuestro planeta actualmente, debido a la emisión de gases a la atmósfera. Este hecho es difícil observar directamente en el medio y por ello planteamos la simulación de una lluvia ácida con tres ácidos: acético, cítrico y láctico en estado puro pero disueltos en agua y con productos naturales que contienen los citados ácidos: vinagre, naranja y leche, para ver la influencia de ambas sobre la vegetación.

Las plantas utilizadas fueron *Quercus ilex*, *Phaseolus vulgaris* y *Cicer arietinum*. Elegimos estas plantas primero para comparar el efecto de la lluvia ácida sobre vegetación autóctona y las leguminosas porque son fáciles de encontrar y germinar y para poder comparar el posible efecto tóxico que produce sobre las leguminosas.

La experiencia la realizamos con alumnos de segundo de bachillerato de Ciencias de la Naturaleza y de la Salud y la dividimos en las siguientes fases:

- Detección de las ideas previas.
- Búsqueda de información.
- Diseño experimental:
 - germinación de plantas
 - plantación
 - riego con disolución de ácidos durante un mes
 - riego con productos naturales
 - análisis de los resultados
- Elaboración de un informe con los resultados obtenidos.

Detección de las ideas previas

Para conocer las concepciones de nuestro alumnado sobre los aspectos referentes a la lluvia ácida y sus efectos, elaboramos un cuestionario y se lo pasamos, resumiendo seguidamente las respuestas al mismo.

Cita qué factores contaminantes pueden influir sobre el crecimiento de los vegetales.

La mayoría de ellos debido al nivel de estudios conocen estos factores, coincidiendo en citar: temperatura, humedad, nutrientes, etc.

¿Cómo crees que afecta cada uno de ellos?

Al igual que en la anterior señalan su influencia sobre el crecimiento y desarrollo de la planta, ero en aspecto positivo, es decir a mayor humedad y/o temperatura la planta germinará antes y crecerá de forma más rápida. Ningún alumno señala el efecto de los factores la temperatura y la humedad como factores limitantes de la producción primaria.

¿Qué plantas seleccionarías para ver el efecto de la lluvia ácida sobre ella?

También la mayoría eligieron las leguminosas, principalmente la judía, ya que es una planta fácil de germinar, por haberla utilizado en el laboratorio en prácticas anteriores.

Curiosamente ningún alumno propuso plantas autóctonas para realizar la experiencia.

¿Crees que los productos naturales que en su composición contienen ácidos, contaminan igual que el ácido puro diluido en agua, simulando la lluvia ácida?

El total del alumnado contestó que los ácidos diluidos contaminarán más que los productos naturales.

Diseña un protocolo de experiencia para observar los posibles efectos de la lluvia ácida sobre la vegetación.

Los protocolos presentados coinciden la mayoría y la experiencia que diseñan en coger dos plantas iguales, una regarla con agua y la otra con disolución de un ácido, siendo el ácido elegido por la mayoría el sulfúrico.

Búsqueda de información

Una vez conocidas las concepciones del alumnado, realizamos una sesión de búsqueda bibliográfica e informaciones sobre el tema.

Diseño experimental

Germinación de plantas

Para ello seleccionamos tres tipos de plantas: encina (*Quercus ilex*) y dos leguminosas (*Phaseolus vulgaris* y *Cicer arietinum*).

Aprovechando que en la recogida de las bellotas existían plántulas de encina, también cogimos algunas, para introducirlas en la experiencia.

Seguidamente pusimos las semillas de las plantas (judías, garbanzos y bellotas) en unos pequeños recipientes con algodón, para facilitar la germinación.



Plantación

Una vez germinadas las semillas y transformadas en plántulas, las plantamos en vasos, siete ejemplares de cada una de las plantas, con las mismas características y cantidad de tierra para todos por igual.



Semilla de judía germinada



Semilla de garbanzo germinada



Plántulas de encina

Riego con disolución de ácidos durante un mes

Durante un mes regamos tres ejemplares con disolución al 20% de ácido acético, cítrico y láctico, la periodicidad del regado fue semanal, dejando una de las plantas como control y regándola con agua normal.

Riego con productos naturales

Igualmente durante un mes y con periodicidad semanal regamos tres de los ejemplares con vinagre, zumo de naranja y leche.

Análisis de los resultados

Nada más plantar las diferentes plántulas tomamos medida de cada una de ellas, para ver el crecimiento semanal.

Después de la primera semana, tomamos medidas semanales de crecimiento de la planta y acidez de la tierra de cada una de los diferentes recipientes.

Seguidamente, detallamos las variaciones sufridas en el crecimiento (altura en cm.) y pH, en cada una de las muestras.

TABLA 1
Crecimiento de las plantas en cms..

Planta	Control	Cítrico	Acético	Láctico	Naranja	Vinagre	Leche
Encina plántula	1,2	1,1	0,2	1,09	1,1	0,8	1,2
Encina germinada	2,3	2,1	0,3	2,04	2,1	1,98	2,07
Judía	3,4	3,2	0,6	3,3	3,1	2,2	3,2
Garbanzo	4,2	4,02	0,9	4,1	4,1	3,8	4,1

TABLA 2
Variaciones del pH.

Planta	Control	Cítrico	Acético	Láctico	Naranja	Vinagre	Leche
Encina plántula	0,00	+0,68	+1,98	+0,26	+0,09	+1,02	+0,07
Encina germinada	+0,01	+0,81	+2,1	+0,79	+0,08	+1,06	+0,06
Judía	0,00	+0,76	+2,0	+0,92	+0,09	+1,2	+0,09
Garbanzo	0,00	+0,91	+1,88	+0,98	+0,11	+1,1	+0,08

A la vista de los resultados podemos observar como las variaciones en el crecimiento se ven afectadas sobre todo por el ácido acético, mientras que los otros dos ácidos influyen pero de forma muy pequeña.

Respecto a la influencia en el crecimiento de los productos naturales, el vinagre es que más influye sobre el mismo.

En la acidificación del suelo, también el ácido láctico y el vinagre son los que más influyen en la variación del pH.

La poca influencia del ácido cítrico puede ser debida a la concentración utilizada, mientras que la del láctico puede ser por la oxidación que sufre a CO₂, favoreciendo un efecto invernadero y por lo tanto fomentando el crecimiento de la planta.



En la siguiente figura observamos el aspecto de las plantas de garbanzo, después del proceso, la planta tratada con el ácido láctico muestra hongos en la superficie, mientras que la tratada con el ácido acético aparecen manchas oscuras en la superficie.



Elaboración de un informe con los resultados obtenidos

Con los resultados obtenidos los alumnos elaboraron los respectivos informes, analizando las posibles influencias de cada uno de los simulacros de lluvia ácida.

CONCLUSIONES

Respecto al cuestionario inicial, los alumnos al estar cursando algunos de ellos la asignatura de Ciencias de la Tierra y Medioambientales, poseen buenos conocimientos sobre el tema.

La simulación ha servido para puedan ver de forma directa la influencia de la lluvia ácida sobre vegetación autóctona y sobre plantas de cultivo.

Como resultados didácticos del aprendizaje conseguido con esta experiencia, podemos señalar los siguientes aspectos:

- Hemos conseguido que cambien de idea previa, sobre la influencia de la temperatura y la humedad en el crecimiento de las plantas, observando que un aumento excesivo de humedad puede perjudicar el citado crecimiento.
- Respecto a la idea inicial de crecimiento, han comprobado que la planta recién germinada crece de forma más rápida que la plántula.
- La idea inicial de acidez que adquiere el suelo también ha sido modificada, ya que han comprobado que una sustancia como el vinagre acidifica más el suelo que el ácido cítrico y el láctico.
- Otra idea transmitida con la actividad es la de que el crecimiento de las plantas es muy similar bajo la acción tanto de los ácidos como de los productos utilizados.

Respecto a la comparación de esta actividad para enseñar la lluvia ácida, con otras existentes, consideramos que la nuestra da una visión más concreta de los efectos de la lluvia ácida sobre las plantas y el medio edáfico, ya que otras experiencias sobre el tema, se basan en la medición del agua de lluvia y la identificación del pH en diferentes zonas, no teniendo presente los efectos concretos del tipo de ácido, planta, etc.

Han podido comprobar el grado de acción de los diferentes ácidos sobre la vegetación, así como las transformaciones que algunos sufren en la naturaleza.

La utilización de trabajo en pequeños grupos nos ha servido para que ellos mismos, comprueben el diferente grado de participación de los miembros, entablándose en algunos casos discusiones constructivas sobre el grado de participación.

Desde el punto pedagógico y didáctico, la experiencia ha sido totalmente positiva para ellos. Consideramos que con esta actividad hemos potenciado el aprendizaje de las ciencias, preparando a nuestros alumnos para utilizar la ciencia en la mejora de sus vidas y en la preparación para su futura participación responsable en la resolución de problemas ambientales.

BIBLIOGRAFÍA

- ALEXANDER, M. (1977). *Introduction to Soil Microbiology*. Wiley and Sons, New York, EE.UU.
- CROSS, R.T. y PRICE, R.F. (1994). Scientific issues and social awareness. The case of biological diversity. *School Science Review*, 75 (273), pp. 29-40.
- IZQUIERDO, M., SANMARTI, N. y ESPINET, M. (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (1), pp. 54-60.
- MATTHEWS, M.R. (1994). *Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science*. Londres: Routledge.
- MEMBIELA, P. (2002). Investigación-acción en el desarrollo de proyectos curriculares innovadores en ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (3), pp. 443-450.