
EXPERIENCIA INTEGRADORA PARA EDUCACIÓN AMBIENTAL

INTEGRATIVE EXPERIENCE FOR ENVIRONMENTAL EDUCATION

Jorge F. Coronel¹, María B. Núñez¹

(1) Universidad Nacional del Chaco Austral, Departamento de Ciencias Sociales y Humanísticas, Profesorado en Ciencias Químicas y del Ambiente, Comandante Fernández N°755, (3700) Presidencia Roque Sáenz Peña, Chaco - Argentina
(e-mail: fabicoronel@uncaus.edu.ar)

Recibido: 22/08/2014 - Evaluado: 31/10/2014 - Aceptado: 08/01/2015

RESUMEN

En este trabajo se relacionó la práctica experimental de laboratorio con el análisis de problemas ambientales. El objetivo de este trabajo es analizar una propuesta que vinculó el trabajo experimental con la situación del ambiente local para promover el cuidado de la naturaleza y su uso con sostenibilidad. Esta estrategia brindó un enfoque integrador aportando a los alumnos de profesorado una alternativa de aprendizaje con experiencias sencillas para el estudio cualitativo del ambiente local y motivar al análisis de problemas asociados. Las experiencias permitieron caracterizar las muestras de suelo, agua y aire del lugar de residencia de los alumnos. La información experimental obtenida potenció la discusión de la situación ambiental actual. El enfoque de enseñanza basado en *problemas socio-científicos* posibilitó la visión interdisciplinar del tema, redimensionando valores y acciones para el cuidado ambiental y el desarrollo sustentable.

ABSTRACT

In this work the laboratory experimental practice with the analysis of environmental problems were related. The aim of this paper was to analyze a proposal that linked experimental work with the local environment situation to promote care for nature and its use with sustainability. This strategy gave an integrated approach to provide teachers training a learning alternative with simple experiences for the qualitative study of the local environment and motivate the analysis of associated problems. The experiences allowed characterize soil, water and air samples of the students' residence. The experimental information boosted the discussion of the current environmental situation. The teaching approach based on socio-scientific problems allowed an interdisciplinary view of the issue, resizing values and actions for environmental protection and sustainable development.

Palabras clave: estrategia pedagógica, educación ambiental, ciencia ambiental, formación de profesorado
Keywords: pedagogical strategy, environmental education, environmental science, teachers training

INTRODUCCIÓN

La Educación Ambiental (EA) tuvo sus primeros antecedentes en Argentina cuando fue incluida en 1982 por el Ministerio de Cultura y Educación, a través del Sector Curricular, quien propuso una *estrategia de actualización curricular* junto con otros temas como la educación del consumidor, defensa civil o el uso de la comunicación.

En 1991 se adopta un Acuerdo Marco entre la Presidencia de la Nación y el Ministerio de Cultura y Educación, así como un Convenio Marco entre el citado Ministerio y las ONGs, apoyando la EA. Estos convenios fueron acompañados de cursos dirigidos a docentes de los distintos niveles y modalidades del sistema con el fin de reforzar el conocimiento general medioambiental en las diferentes áreas y niveles, así como potenciar la publicación de guías didácticas específicas para los niveles de primaria y secundaria.

En 1992 se publica el texto «Convivencia Ambiental, el gran desafío», distribuido desde el Ministerio de Cultura y Educación a todas las provincias. En el período 1992-1994 se pone en marcha en 21 provincias una experiencia institucional o Red Nacional de Educación Ambiental impulsada a través de talleres. La Ley Federal de Educación de 1993 y la Constitución Nacional de 1994 completan el marco institucional de la EA (Tello & Pardo, 1996).

En la actualidad, la enseñanza general básica hace referencia a la EA como tema transversal, con un enfoque que recibe el aporte de diferentes campos de conocimiento. A partir del marco general, las provincias definen el enfoque de la EA. En los diseños curriculares provinciales, elaborados a partir de los contenidos básicos comunes, se observa una actitud favorable hacia la EA pero todavía sin un avance sustancial que supere el tradicional enfoque ecológico.

FUNDAMENTOS DE LA EXPERIENCIA

La educación en general se presenta como un espacio de reflexión para el aprendizaje de contenidos disciplinares, pero además se da como parte de la formación de personas concebidas como seres que desarrollan sapiencia y actitudes frente al entorno que lo rodea.

La EA necesita de un profesor que reflexione sobre su propia práctica y sea capaz de reorientarla; que actúe como orientador y dinamizador en el análisis de situaciones ambientales, guíe a sus alumnos en su proceso de construcción del conocimiento y en la toma de decisiones (González-Muñoz, 1998).

La EA en la escuela puede brindar la posibilidad de una mirada más allá de la que ofrecen las disciplinas convencionales. Los docentes son los actores esenciales para mediar entre los saberes o contenidos de aprendizaje y los alumnos. Este proceso caracterizado por la interacción social del docente y el alumno con los contenidos de aprendizaje constituye la escena didáctica y se denomina como *triangulación didáctica* (Palma de Arraga, 2000).

En trabajos previos sobre EA, hay experiencias escolares valiosas sobre cómo hacer huertas escolares, reciclado de papel o latas descartables, construcción de hornos de barro, plantación de árboles. Esta es una posibilidad de *hacer*, pero hay otras que se van esbozando al abrir el abanico de la diversidad y la complejidad de la EA (Palma de Arraga, 2000).

Es importante que el ambiente sea visto como un todo y no solo como una parte, donde los factores sociales, económicos y políticos se interrelacionan dando un enfoque integral y no visto como un sesgo ecológico (Calixto, 2004). En este sentido, la EA brinda una alternativa para la renovación de la práctica pedagógica apuntando hacia nuevas formas de establecer relaciones sociales y estructuras de pensamiento. Por tanto, son imperativas nuevas actitudes sociales y nuevos criterios para la toma de decisiones por parte de los profesionales implicados en el proceso educativo, lo que posibilita la estructuración de un pensamiento crítico, creativo y reflexivo, capaz de captar y manejar las complejas relaciones entre el mundo natural y social (Andrade-Torales, 2004).

Desde la educación científica es preciso preparar a la ciudadanía para reconocer el grado y la naturaleza del impacto de la acción humana sobre el planeta e incorporar en este nuevo contexto global la idea de la sostenibilidad. Vilches & Gil (2008), consideran que los educadores debemos conocer y dar a conocer en las aulas esta situación, incorporando la problemática de la sostenibilidad a nuestras actividades para contribuir a formar una ciudadanía consciente de los riesgos y preparada para tomar decisiones.

La educación científica tiene un gran desafío de preparar a la ciudadanía para responsabilizarse del planeta y actuar en consecuencia en este nuevo contexto global. Una alternativa para la EA son los *problemas socio-científicos*, que según diferentes autores, han resaltado su utilidad para atender a la par al desarrollo cognitivo y al pensamiento moral y ético (España & Prieto, 2009).

Para alcanzar estas metas en la formación del profesorado se requiere *de una nueva mirada del quehacer docente (...) y al incorporar la temática ambiental hay nuevas posibilidades para la educación contemporánea, tanto en la discusión teórica como en la práctica pedagógica. A través de la educación ambiental es posible desarrollar una actitud acorde con los desafíos que plantea la crisis planetaria y cuestionar la figura antropocéntrica del profesor. De igual modo, las didácticas y los recursos para aprender se ven potenciados con este enfoque integrado, humanista y social, que reclama nuevas posibilidades para aprender y enseñar* (Villalobos-Clavería, 2009).

Entre las estrategias para la inclusión de la dimensión ambiental en el currículo podemos considerar:

- La observación del entorno local y regional para descubrir el estado actual del ambiente donde cada individuo desarrolla su vida,
- El diseño de materiales y guías didácticas integradoras para dinamizar la tarea áulica,
- La realización de experiencias básicas para la visualización y concientización de la problemática ambiental,
- El debate para cuestionar lo observado y lo que se asume como causas y efectos, juzgar las afirmaciones que se contradicen y evaluar la información para la toma de decisiones,
- La inclusión de la educación no formal para la promoción del cuidado del ambiente.

La propuesta didáctica de este trabajo se enmarca en una práctica integradora donde los ensayos experimentales se relacionaron con problemas del medio ambiente local. El análisis científico de los problemas ambientales se vinculó con la situación social actual. Se espera que esta metodología favorezca la participación activa y el trabajo en equipo, la confrontación de valores y de acciones para la promoción del cuidado ambiental. Esto aportará a la formación de futuros profesores que requieren de experiencias significativas para explorar valores y promover la participación individual y comunitaria, la organización colectiva y la acción para el cuidado ambiental.

El objetivo de este trabajo es analizar una propuesta áulica que vincula el trabajo experimental con el análisis de la situación del ambiente local para motivar a los alumnos y promover el cuidado de la naturaleza y su uso con sostenibilidad.

DESARROLLO DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA

El trabajo se desarrolló en la cátedra "Medio Ambiente" con alumnos del cuarto año del Profesorado en Ciencias Químicas y del Ambiente. El trabajo se llevó a cabo los tres últimos años con grupos de diez alumnos en promedio. La propuesta vinculó lo conceptual con la práctica de laboratorio y de campo, lo que permitió explorar el ambiente donde viven los alumnos.

En la Tabla 1 se presentan los objetivos del estudio del aire, agua y suelo, los contenidos de aprendizaje que se analizaron desde la dimensión científica y se redimensionaron con los resultados del trabajo de laboratorio.

Tabla 1: Principales contenidos en relación con las experiencias propuestas

Objetivos de cada tema	Temas desarrollados	Contenidos de clases prácticas
<ul style="list-style-type: none"> - Evaluar contaminantes más frecuentes del aire en la ciudad. - Determinar posibles efectos nocivos al ambiente y la salud humana por parte de los contaminantes. - Estudiar posibles métodos para reducir la contaminación del aire. 	<p><u>Aire:</u> contaminantes, efecto invernadero, smog fotoquímico, contaminación e impacto en el ambiente. Propagación de contaminantes en el ambiente en general.</p>	<ul style="list-style-type: none"> a) contaminantes más habituales del aire urbano, b) cambio climático y efecto invernadero, c) relación de los contaminantes en el aire, agua y suelo. d) Metodologías para la descontaminación del aire en la industria y en el ambiente en general. e) Propuestas para el cuidado de la calidad del aire.
<ul style="list-style-type: none"> - Analizar la calidad del agua de distintas fuentes de provisión del ámbito urbano y rural. - Ensayar y discutir las condiciones más adecuadas para potabilizar agua para consumo humano. 	<p><u>Agua:</u> características del agua natural, fuentes de agua locales y regionales, potabilización, infiltración. Problemática de la calidad de agua potable y salubridad en el ambiente urbano. Métodos para tratar efluentes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> a) calidad del agua en fuentes naturales, b) purificación del agua a nivel subterráneo, c) calidad del agua para consumo humano, d) método para potabilización de agua, e) Propuestas para el uso racional del agua potable y su ahorro en el consumo.
<ul style="list-style-type: none"> - Discutir la importancia de la capacidad de penetración de humedad en el suelo. - Evaluar características que favorecen la productividad del suelo. 	<p><u>Suelo:</u> características del suelo, tipos de suelos, erosión, salinidad, fenómeno de adsorción.</p>	<ul style="list-style-type: none"> a) calidad del suelo a partir de las muestras de ensayo, b) salinidad del suelo y su implicancia, c) capacidad de retención de humedad según la clase de suelo. d) Actuales técnicas para el trabajo del suelo que no causan erosión y desertificación.

Luego de las experiencias de laboratorio se relacionó cada tema con distintas situaciones ambientales locales para su evaluación y reflexión.

Las experiencias de laboratorio se recopilaron en distintas fuentes bibliográficas de modo de disponer de técnicas sencillas y la mayoría de ellas se realizan con materiales de uso cotidiano (Salas-Almela, 2007; Hernández, 2008; Sónora *et al.*, 2009; Fernández, 2010). Las actividades experimentales se presentan en el Anexo y corresponden a distintas guías de trabajos prácticos. Las mismas tuvieron como objetivos involucrar al sujeto que aprende desde la experimentación con el contexto ambiental local y el análisis de aspectos sociales que explican algunas características del medio ambiente.

Para la integración de la experiencia con la situación ambiental actual se requirió valorar actitudes y acciones sociales que afectan el ambiente o las que permitirían mejorar la situación para lograr un compromiso para el cuidado ambiental. Luego los estudiantes en pequeños grupos debían elaborar sus propios juicios ante dichos problemas y posibles alternativas para la prevención o la minimización de sus consecuencias.

La evaluación en el ámbito del aula se realizó de modo cualitativo mediante un diario de clases, para el registro de lo observado durante el trabajo experimental, la capacidad de descripción y fundamentación de los alumnos; así como una encuesta estructurada para recopilar percepciones de los alumnos sobre los problemas ambientales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la formación de profesores de ciencias, la práctica de laboratorio posibilita la relación de conceptos y procedimientos que facilitan el abordaje de las nuevas realidades, desarrollando actitudes y valores adecuados,

y posibilitan la tarea de integrar la teoría y la práctica. La formación en EA requiere que los profesores conozcan materiales y recursos didácticos existentes, dando especial importancia a los medios de bajo costo y a los que permitan la adaptación y la improvisación según las circunstancias de cada localidad (Gonzalez-Muñoz, 1998).

En las experiencias de laboratorio se observó motivación para explorar las muestras aportadas por los alumnos, su capacidad fue creciente para realizar las diversas etapas del trabajo experimental, la observación y la recolección de datos y la decisión ante la hipótesis que proponían al inicio de cada experiencia. Tal como lo expresó Sónora *et al.* (2009) "somos conscientes de que el estudio del medio ambiente motiva a los jóvenes, resultando atractivo en la medida que está muy presente en la vida cotidiana y medios de comunicación, y lo percibe como cercano. Asimismo, el hecho de que pueda tratarse con metodologías variadas y participativas aumentó de manera sustancial el interés y entusiasmo del alumnado para la consecución del sueño de todo docente: un aprendizaje activo, significativo y en estrecho contacto con la realidad".

En ciencias que están relacionadas con el área ambiental, *las prácticas de laboratorio* tienen una connotación similar a la del *taller*, constituyéndose en una estrategia metodológica de trabajo grupal que va más allá del aprendizaje de conceptos y permite integrar teoría y práctica al mismo nivel, con lo cual se logra que el estudiante aprenda haciendo (Patiño, 2001; Henríquez *et al.*, 2012). Así, dos premisas que debe proveer la práctica de laboratorio son: "enseñar a pensar y aprender haciendo" (Severiche-Sierra & Acevedo-Barrios, 2013). Estas características resultaron relevantes para nuestra experiencia áulica y en el proceso de aprendizaje se ejercitaron con el docente a través de preguntas y diálogo, cuestionando lo cotidiano y motivando la contrastación con el conocimiento científico y tecnológico.

En relación con la práctica y su vinculación con la comunidad, la información obtenida en los trabajos experimentales potenció la discusión de la situación ambiental actual a nivel local y regional y lo observado en la práctica, la reflexión sobre causas y consecuencias de la problemática detectada y la propuesta de acciones y metodologías para minimizar los efectos de esos problemas ambientales. Por lo que estos resultados estarían en coincidencia con Severiche-Sierra & Acevedo-Barrios (2013), que sostienen que "la práctica de laboratorio puede plantearse como una estrategia de aprendizaje significativo en la que el alumno aprende a pensar resolviendo problemas reales".

Además, la formación sobre medio ambiente y su problemática en el profesorado de ciencias químicas permitió abordar la educación ambiental para promover individuos participativos que actúen ante la diversidad y complejidad ambiental de su entorno inmediato. Para lograr esta premisa, la formación del profesorado puede orientarse hacia la investigación educativa e interdisciplinaria en las clases, de modo de recuperar las percepciones del alumnado sobre el ambiente de su entorno. Así, la educación ambiental vista a través de las percepciones de los universitarios posibilitó construir un espacio físico y tangible para la integración de información, conocimientos y vivencias de los individuos. Herrera *et al.* (2013), consideran que la integración de la percepción individual en la EA favorecería crear nuevos valores, creencias y percepciones que fomentan estilos de vida diferentes y esto lograría una estrategia educativa más en los espacios de nivel superior.

De modo exploratorio, a través de una encuesta se planteó a los alumnos algunas cuestiones relacionadas con dos tópicos: *¿cómo se informa sobre problemas ambientales?* y *¿qué problemas ambientales considera que son más preocupantes en nuestra región?*

La figura 1 muestra las fuentes de información que reconocen los jóvenes universitarios de nuestro medio para conocer los problemas ambientales actuales y para adquirir información sobre antecedentes y fundamentos científicos de los mismos. Entonces nos encontramos que, los medios de comunicación vía internet y los programas televisivos fueron los medios predominantes para tomar contacto con cada problema ambiental y conocer las opiniones y debates de profesionales especialistas en cuestiones ambientales.

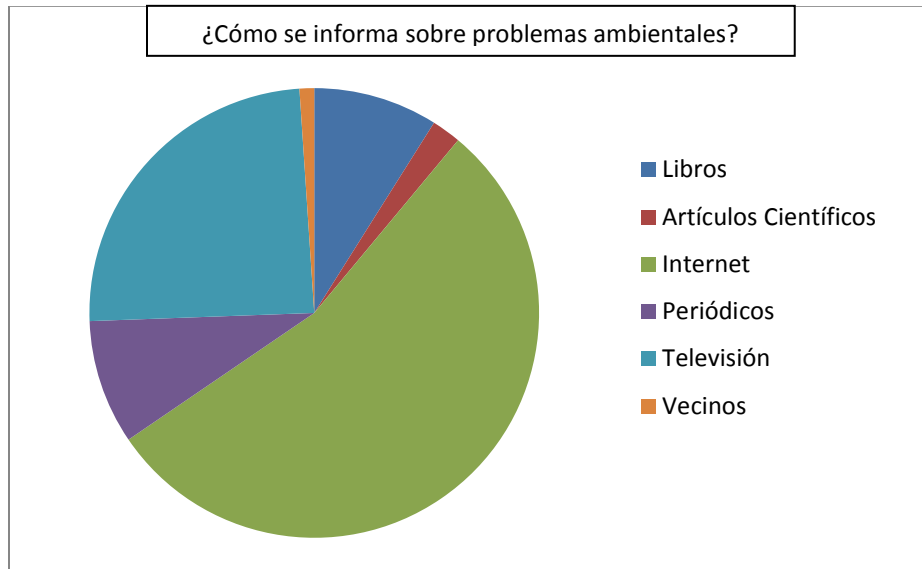


Fig. 1: fuentes de información para problemas ambientales

La figura 2 muestra las cuestiones ambientales que fueron de relevancia para nuestros alumnos. La contaminación del agua con contaminantes de distinto origen y la contaminación de napas subterráneas, la contaminación del aire urbano y su efecto en la salud y la generación, clasificación y disposición final de los residuos urbanos, constituyeron los temas de mayor interés y que los preocupa debido a su impacto en la vida actual.

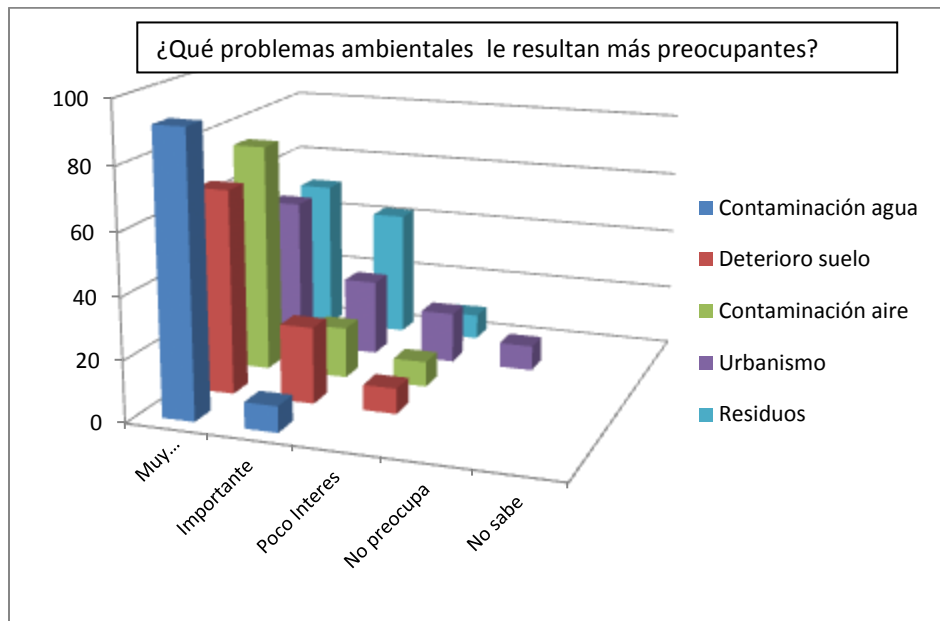


Fig. 2: Problemas ambientales de relevancia para los estudiantes

También la introducción del enfoque de enseñanza basado en *problemas socio-científicos* posibilitó la visión del tema con carácter interdisciplinar. España & Prieto (2010), plantearon que este enfoque enlaza el contexto social con la escuela e implica la ética y los valores, lo cual introduce el debate socio-científico al aula de ciencias, y con él la responsabilidad social y la toma de decisiones. El profesorado tiene que incorporar a su http://www.exeedu.com/publishing.cl/av_cienc_ing/

conocimiento académico otros aspectos, dada la complejidad de las tareas a desempeñar y la diversidad de funciones que su ejercicio conlleva a través de procesos reflexivos y la promoción de sus competencias profesionales docentes (Lupión-Cobos, 2012).

Para profundizar el debate socio-científico, los alumnos en grupos pequeños profundizaron la evaluación y valoración de un tema que les resultó de importancia en su lugar de origen (dado que suelen provenir de distintas ciudades o zonas rurales de la región) y así, ellos profundizaron el estudio de residuos urbanos, su clasificación y disposición final, el plástico desechado, sus causas y alternativas para su sustitución, la contaminación de cuerpos de agua corrientes y estancadas, la disponibilidad y la calidad de fuentes de agua para su potabilización, agroquímicos y sus efectos en el aire, suelo y agua, antecedentes de problemas en la salud humana. Después de eso, propusieron alternativas para promover el cuidado del ambiente a través de acciones individuales y colectivas que pueden recomendarse a la comunidad.

CONCLUSIONES

Esta propuesta integradora aportó a los alumnos de profesorado una alternativa motivadora para el aprendizaje de contenidos medioambientales con experiencias sencillas contextualizadas en el ambiente local y el estudio interdisciplinar de algunos problemas ambientales de relevancia en este tiempo. La misma permitió que los alumnos de profesorado en ciencias comprendan la naturaleza compleja del medio ambiente resultante de la interacción de aspectos biológicos, físicos, sociales y culturales.

La integración de actividades experimentales sencillas para el estudio preliminar de su entorno ambiental y el análisis socio-científico de algunos problemas ambientales contribuyó a la formación de sujetos que desempeñen su papel de educadores en la sociedad. La modalidad de trabajo fomentó que los alumnos procuren una relación armónica con la naturaleza, disponiendo de elementos para analizar la problemática ambiental actual y conocer su papel para alcanzar mejores condiciones de vida. El trabajo de análisis y valoración de cuestiones ambientales actuales permitió que los alumnos reflexionen sobre su futura labor docente como potenciales promotores del cuidado ambiental y el desarrollo sustentable.

REFERENCIAS

1. Andrade-Torales, M. (2004). Las representaciones sobre educación ambiental de un grupo de estudiantes en Brasil. En: Nuevas tendencias en investigaciones en Educación Ambiental. Serie Educación Ambiental. Organismo Autónomo Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente (2007). Madrid, España: 11-26.
2. Audersik, T. & Audersik, G. (2003). *Los diversos ecosistemas de la Tierra*. En: Biología. La vida en la Tierra. Ed. Prentice Hall, México: 32-45.
3. Calixto, F.R. (2004). Medio ambiente, ciudad y género. Percepciones ambientales de Educadoras. *Revista Tiempo de Educar*, 5(9), 49-86.
4. España, E. & Prieto, T. (2009). Educar para la sostenibilidad: el contexto de los problemas socio-científicos. *Rev. Eureka Enseñ. Divul. Cien.*, 6 (3), 345-354.
5. España, E. & Prieto, T. (2010). Problemas socio-científicos y enseñanza-aprendizaje de las ciencias. *Investigación en la Escuela*, 71, 17-24.
6. Fernández, E.G. (2010). Potabilización del agua. *Elemental watson "la" revista*, 1, 16-18.
7. González-Muñoz, M.C. (1998). La educación ambiental y formación del profesorado. *RIE - Revista Iberoamericana de Educación*, 16, 117-136.

8. Henríquez, S., Azcarraga, M. & Coppola, L. (2012). Actitudes del profesorado de Chile y Costa Rica hacia la inclusión educativa. *Cad. Pesqui*, 42(147). En: Severiche-Sierra, C.A. & Acevedo-Barrios, R.L. (2013). *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 40, 191-203.
9. Hernández, J. (2008). Experimento: Lluvia, lluvia, ¿a dónde se irá? La Permeabilidad del Suelo. Disponible en: <https://www.aguascordobesas.com.ar/educacion/aula-virtual/agua-potable/experimento-en-casa>
10. Herrera-Reyes, L., Martínez-Reyes, M. & López-García C. (2013). Percepciones universitarias: una visión para el campo de la educación ambiental. Ponencia presentada en el Primer Congreso Internacional de Transformación Educativa. Centro Universitario UAEM Valle de Chalco. Ixtapan, México. Disponible en: <http://www.transformacion-educativa.com/congreso/ponencias/181-percepciones-universitarias.html>
11. Lupión-Cobos, T. (2012). Enseñanza de las ciencias y formación permanente para su profesorado de secundaria. *Revista digital de Educación y Formación del profesorado e-CO*, 9, 1-14. Disponible en: <http://revistaeco.cepcordoba.org>.
12. Ministerio de Cultura y Educación, Sector Curricular (1982). R.S.E. 268/82. Estrategia de Actualización Curricular. Argentina.
13. Palma de Arraga, L. (2000). Fortalecimiento de la capacidad interdisciplinaria en Educación Ambiental. *Educación Ambiental y Formación: Proyectos y Experiencias*, 16, 65-99.
14. Patiño G. (2001). El taller, un continuum entre enseñanza y aprendizaje. En: Severiche-Sierra, C.A. & Acevedo-Barrios, R.L. (2013). *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 40, 191-203.
15. Salas-Almela, M. (2007). Practicando con la materia. Cómo motivar a los estudiantes mediante actividades científicas atractivas. Disponible en: <http://www.cac.es/cursomotivar/resources/document/2007/2.pdf>
16. Severiche-Sierra, C.A. & Acevedo-Barrios, R.L. (2013). Las prácticas de laboratorio en las ciencias ambientales. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 40, 191-203.
17. Sónora, F., Rodríguez-Ruibal, M.M. & Troitiño, R. (2009). Un modelo activo de educación ambiental: prácticas sobre cambio climático. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 17(2), 196-206.
18. Tello, B. & Pardo, A. (1996). Presencia de la Educación Ambiental en el nivel medio de enseñanza de los países iberoamericanos. *Revista Iberoamericana de Educación*. Monográfico: Educación Ambiental: Teoría y Práctica, 11, 113-151.
19. Villalobos-Claveria, A. (2009). La Educación Ambiental: un objetivo transversal del profesor jefe. *Educação & Realidade*, 34(3), 67-80.
20. Vilches, A. & Gil, D. (2008). La construcción de un futuro sostenible en un planeta en riesgo. *Alambique* (55), 9-18. En: España E. & Prieto, T. (2009). *Rev. Eureka Enseñ. Divul. Cien.*, 6(3), 345-354.

ANEXO EJEMPLOS DE ACTIVIDADES EXPERIMENTALES

A-Experiencias sobre calidad de aire

Experiencia I: Material particulado como contaminante del aire

Las partículas en suspensión que contaminan el aire tienen las propiedades de sedimentar en un recipiente, así como de desviar mínimamente los rayos luminosos y producir el fenómeno conocido como *efecto Tyndall*.

Objetivo: Examinar la presencia de material particulado en el aire.

Materiales: recipiente chato o frasco, papel secante, tijera, regla, lupa, glicerina.

Procedimiento: En un papel secante dibuje cuadrados de 1 cm de lado. Recorte el papel del tamaño de la base del recipiente o frasco y colóquelo en el fondo de él. Cubra el papel con una capa de glicerina. Deje durante cinco días al recipiente abierto en el lugar elegido (interior o exterior en distintos lugares de la ciudad). Con la ayuda de una lupa, cuente la cantidad de partículas extrañas que se depositaron en cada cuadrado dibujado en el papel. Calcule el promedio de partículas.

Discusión en relación con lo observado:

1. Compare los resultados obtenidos en distintos lugares en términos de contaminación del aire.
2. ¿Cuáles pueden ser las fuentes del material particulado detectado? ¿Qué efectos pueden causar su presencia incrementada en el ambiente y en la salud?
3. Justifique cuál es la importancia del control de calidad del aire y las mediciones de los distintos tipos de contaminación atmosférica.

Experiencia II: Emisión de gases contaminantes al aire

El smog o niebla tóxica es un tipo de contaminación local producido por el uso de combustibles fósiles para el transporte, calefacción o la actividad de la industria. Se manifiesta en ciudades bajo condiciones de estabilidad atmosférica y produce graves impactos en el ambiente y en la salud. Se distinguen dos tipos de smog: *clásico*, producido por óxidos de azufre y partículas sólidas, y *fotoquímico*, originado por ozono troposférico, gas contaminante en capas bajas de la atmósfera, que no se emite directamente de las fuentes, sino que se forma a partir de precursores bajo la acción de la luz solar (ciclo fotolítico).

Objetivo: Demostrar la emisión de gases invernadero a partir de la combustión de vehículos.

Materiales: tubo de goma, pinza Hoffman, globo común, solución de azul de bromotimol, amoníaco, bicarbonato sódico, vinagre, reactivo Griess-IIosvay.

Procedimiento: En primer lugar, se procede a recoger una muestra de gases emitido por un tubo de escape de un automóvil en punto muerto. Prepare un dispositivo fabricado con tubo de goma, pinzas Hoffman y un globo (Figura 3) para recoger los gases emitidos de la combustión del motor vehicular.

Una vez cerrado el globo se comprueba la presencia de dióxido de carbono (CO₂), gas con efecto invernadero, haciendo burbujear lentamente el gas recogido sobre una disolución de azul de bromotimol (Figura 4) y puede tomar color amarillo, ya que el reactivo actúa como indicador (amarillo en medio ácido y azul en medio básico). Si se añade gotas de amoníaco cambiará el color del indicador a azul.

Para determinar la presencia de óxidos de nitrógeno (NO_x), como gases contaminantes responsables del smog fotoquímico, se hace pasar el gas recogido del caño de escape a través de una disolución del reactivo Griess-

Ilosvay, la aparición de color rosa significa que la reacción es positiva y demuestra la presencia de óxidos de nitrógeno (Audersik & Audersik, 2003).



Fig. 3: Toma de muestra de gases de escape desde un ciclomotor.



Fig. 4: Reacción del indicador azul de bromotimol con gotas de NH_3 .

* *Reactivo de Griess-Ilosvay*: disolver 0,5g de ácido sulfanílico en 30 mL de ácido acético glacial y 120 mL de agua destilada. Filtrar si es necesario. Guardar en refrigeración. Se mezcla con el reactivo 2: disolución de 50 mg de dihidrocloruro de N-(1-naftil)-etilendiamina (NED) en 100 mL de agua destilada. Es estable durante un mes en refrigeración en botella color ámbar.

Discusión en relación con lo observado:

1. ¿Qué importancia tiene el incremento de estos gases en la atmósfera a nivel local, regional y global?
2. ¿Cómo se relaciona el CO_2 con el efecto invernadero? ¿Qué consecuencias tiene el efecto invernadero para el ambiente?
3. ¿Cuál es la reacción que permite la formación del smog fotoquímico?

B-Experiencias sobre calidad de agua

Experiencia I: Calidad de agua para consumo humano

El agua en los lagos, ríos y también el agua de napas subterráneas, a menudo contiene impurezas que la hacen no potable para el consumo humano. Entre los elementos que la hacen no potable están las bacterias y otros microorganismos que generan toxinas altamente peligrosas.

Para ser distribuidas para consumo humano, el agua pasa por una serie de procesos de purificación fisicoquímica y de desinfección.

El tratamiento de agua para consumo humano requiere de procesos fisicoquímicos como aireación, pre-sedimentación, coagulación, sedimentación (o decantación), filtrado y el proceso de desinfección con cloro gaseoso u otros compuestos clorados.

Objetivo: Analizar el proceso de potabilización a escala de laboratorio.

Materiales: 5 litros de agua turbia, una botella de 2 litros con el fondo cortado, una botella entera con su tapa, una jarra medidora, sulfato de aluminio, 1 taza y media de arena fina, 1 taza y media de arena gruesa, 1 taza de pedregullo como el usado para peceras, 1 filtro de café, 1 bandita de goma, 2 cucharas.

Procedimiento: Ponga agua turbia en una botella de 2 litros, observe aspecto y olor del agua.

- a) **Aireación:** esto permite que escapen los gases ocluidos en el agua y que ingrese oxígeno al agua. Tape la botella y sacuda vigorosamente durante 30 segundos. Cambie de envase el agua unas diez veces (de la botella a la jarra y sucesivamente). Al final, el agua debe quedar en la botella de dos litros destapada.
- b) **Coagulación:** es el proceso por el cual la basura y los sólidos suspendidos son reunidos en flóculos que al ser más grandes podrán ser fácilmente removidos del agua (Figura 5). Para lograrlo se agrega 1 cucharada de sulfato de aluminio y se mezcla suavemente por 5 minutos. Aparecen flóculos grandes.
- c) **Sedimentación:** es el proceso que ocurre por acción de la gravedad, depositando las impurezas de mayor tamaño en el fondo del recipiente. Aquí se deja reposar y se aprecia cómo sedimentan las partículas adheridas o absorbidas en coágulos.
- d) **Filtrado:** usamos una botella sin fondo. Con el pico hacia abajo. En el pico debe sujetarse un filtro para café. Sobre el filtro se coloca la piedra de pecera, luego la arena gruesa y por último la arena fina. Se coloca a modo de embudo sobre una jarra que coleccionará el agua filtrada (Figura 6). El agua a filtrarse que sale del proceso de sedimentación, puede ser succionada por sifón con una manguera sin tocar los sedimentos, se deja caer sobre la arena fina por goteo y se recoge lentamente en la jarra, logrando el agua filtrada.



Fig. 5: Agua con agente coagulante y agua filtrada.



Fig. 6: Etapa de filtración del agua a potabilizarse.

- e) **Desinfección:** el agua filtrada se desinfecta a pequeña escala por el agregado de 2 gotas de lavandina (hipoclorito de sodio) por cada litro de agua y se deja reposar 30 minutos antes de su consumo.

Discusión en relación con lo observado:

1. ¿Cuáles son las características del agua que mejoran con el tratamiento fisicoquímico y el de desinfección en el proceso de potabilización?
2. ¿Qué controles son necesarios para evaluar la calidad del agua potabilizada?
3. ¿Qué características tiene que reunir un acuífero para su uso como fuente de agua a potabilizar?

Experiencia II: Capacidad del agua para su infiltración en el suelo

Objetivo: Explorar la capacidad de infiltración del suelo local.

Materiales: 1/2 litro de agua, una botella plástica con el fondo cortado o embudo, una jarra medidora, 1 taza y media de arena fina, 1 taza y media de arena gruesa, 1 taza de pedregullo o piedrita como la usada en peceras, 1 cuchara o espátula, pecera o caja de acrílico y 1 reloj.

Procedimiento: en una pecera coloque arena fina en el fondo y luego otros tipos de materiales (tierra negra, tierra arcillosa o arena gruesa, piedritas). Inserte un embudo en el centro de la pecera y que quede enrasado a nivel (Figura 7).



Fig. 7: Esquema e imagen del ensayo de permeación de agua en el suelo.

Inicie el cronometraje del tiempo en el momento en que se vierte una cantidad conocida de agua dentro del embudo. Observe como ingresa el agua en la muestra de suelo y anote el tiempo que demora en infiltrarse el agua hasta el fondo del recipiente. Agregue más agua y observe qué ocurre. Repita el experimento con otras muestras de suelos.

Discusión en relación con lo observado:

1. Una vez que el suelo está saturado, ¿se observa variación en la velocidad de infiltración de acuerdo a la cantidad de agua vertida?
2. ¿Qué importancia tiene el fenómeno de infiltración del agua en el suelo?
3. ¿Por qué mejora la calidad del agua al infiltrarse en el suelo y resulta de mayor calidad en las napas de agua subterráneas profundas?

C-Experiencias sobre calidad de suelo

Experiencia I: Calidad del suelo de su barrio

El pH del suelo es una propiedad química que afecta el cultivo de plantas. La solución de un suelo en estado natural puede tener variaciones en su pH a causa de la relación suelo-solución, el clima, el cultivo, crecimiento de plantas o bien por contaminación ambiental.

La conductividad del extracto acuoso del suelo determina la cantidad total de sales solubles y, por consiguiente, el grado de "salinidad del suelo". A medida que más alto sea el valor de la conductividad, mayor es la salinidad del suelo y, por lo tanto, también las dificultades a las que están sometidos los cultivos.

Objetivo: Caracterizar muestras del suelo local mediante algunas propiedades fisicoquímicas.

Materiales: muestras de diferentes tipos de suelo, frascos chicos o vasos de precipitado, cuchara, palita de jardinería o espátula, agua en cantidad necesaria, lienzo para filtrar o papel de filtro, papel de tornasol o pH-metro, embudos.

Procedimiento: recolectar al menos tres muestras de suelo del barrio donde vive a no más de 20 cm de profundidad. Anote la dirección del lugar y fecha cuando toma la muestra, anote observaciones de interés para su descripción. Coloque una cucharada de cada muestra de suelo en recipientes de vidrio. Agregue a cada muestra una cantidad de agua suficiente para cubrir el material. Deje en reposo durante algunos minutos. Agite bien los recipientes. Filtre las muestras una vez asentadas. Coloque en cada muestra filtrada una tira de papel de tornasol o mida el pH con un pH-metro. En el líquido sobrenadante, mida la conductividad que corresponde a la solución del suelo. Luego es posible definir una relación entre la conductividad y la concentración salina del suelo. La tabla 2 presenta una relación empírica entre la conductividad y el porcentaje de sodio intercambiable (PSI).

Tabla 2: Relación entre conductividad y salinidad (PSI) del suelo

Conductividad (mmhos/cm)	0-2	2-4	4-8	8-16	16
Grado de Salinidad	No salino	Muy ligeramente salino	Moderadamente salino	Fuerte salinidad	Muy fuerte salinidad

Relación de referencia: 1 mmhos/cm equivale a 10 mEq/litro

Si PSI es mayor que 15 se considera que el suelo es sódico y si es menor que 15 se valora como suelo no sódico.

Discusión en relación con lo observado:

1. Relacione la característica ácida o básica de una muestra de suelo con las características ambientales del lugar.
2. ¿Cómo afecta la acidificación de un suelo al ambiente? ¿Es igual su efecto en los distintos horizontes del suelo?
3. Analice el siguiente párrafo: En suelos áridos, la solución del suelo contiene un exceso de sales solubles. Al perder agua por evaporación y absorción por parte de las raíces, aumenta la concentración de sales en la solución, en especial el sodio, que se fija en mayor proporción. Este aumento de sodio es negativo para la mayoría de los cultivos y se conoce como salinidad. ¿Cómo puede relacionarse lo observado en la experiencia con esta información?

Experiencia II: Fenómeno de adsorción del suelo

Las partículas coloidales del suelo poseen cargas eléctricas negativas en su superficie. Por otra parte, las partículas del suelo pueden retener en su superficie a partículas con cargas positivas por atracción de cargas y el fenómeno se denomina *adsorción*.

Por lo tanto, el suelo contiene iones intercambiables, provenientes de sales presentes en el suelo o de contaminantes depositados, los que pueden ponerse de manifiesto por medio de colorantes. La eosina es un colorante que demuestra la presencia de cargas negativas, mientras que el azul de metileno manifiesta su color por la presencia de partículas con cargas positivas.

Objetivo: Reconocer la capacidad de adsorción de las partículas de suelo.

Materiales: 4 tubos de ensayo, gradilla para tubos, soluciones de eosina y de azul de metileno, gotero o pipetas.

Procedimiento: De la misma muestra de suelo de la experiencia I, coloque una porción en un embudo con papel de filtro y adicione 25 mL de agua destilada, recoja el filtrado en un vaso o jarra medidora (Figura 8). Luego coloque 5 mL del líquido filtrado en el tubo de ensayo 1 y agregue 1mL de solución de eosina en el tubo. De igual modo proceda a colocar líquido filtrado en los tubos 2, 3 y 4. Adicione la solución de azul de metileno en el tubo 3 (Figura 9). Los tubos 2 y 4 quedan como testigos y al final del ensayo compare los colores.



Fig. 8: Filtración del sustrato de suelo.



Fig. 9: Adición del colorante en el líquido sobrenadante del filtrado.

Discusión en relación con lo observado:

- 1- ¿Cuáles son las características generales que describen la salubridad del suelo?
- 2- ¿Cómo afecta el aumento de salinidad del suelo en el fenómeno de adsorción?
- 3- ¿Qué relación puede establecerse entre el fenómeno de adsorción del suelo y la presencia de contaminantes desechados en el suelo?