

UNIDADES DIDÁCTICAS SOBRE CUESTIONES SOCIOCIENTÍFICAS: CONSTRUCCIONES ENTRE LA ESCUELA Y LA UNIVERSIDAD

Compiladores
Leonardo Fabio Martínez Pérez
Diana Pilar Villamizar Fúquene



UNIDADES DIDÁCTICAS SOBRE CUESTIONES SOCIOCIENTÍFICAS: CONSTRUCCIONES ENTRE LA ESCUELA Y LA UNIVERSIDAD



UNIDADES DIDÁCTICAS SOBRE CUESTIONES SOCIOCIENTÍFICAS: CONSTRUCCIONES ENTRE LA ESCUELA Y LA UNIVERSIDAD

Leonardo Fabio Martínez Pérez

Diana Pilar Villamizar Fúquene

Compiladores



Catalogación Biblioteca Central Universidad Pedagógica Nacional

Unidades didácticas sobre cuestiones socio científicas: construcciones entre la escuela y la universidad. Compiladores Leonardo Fabio Martínez Pérez, Diana Pilar Villamizar Páquene. – 1ª. ed. – Bogotá : Colciencias; ALTERNACIENCIAS; Universidad Pedagógica Nacional, 2014. 104 p.

ISBN: 978-958-8650-99-9

1. Ciencias - Enseñanza. 2. Aprendizaje Significativo. 3. Ciencias – Aspectos Sociales. 4. Formación Profesional de Maestros. I. Martínez Pérez, Leonardo Fabio editor II. Villamizar ÍI. Villamizar Páquene, Diana Pilar editora. III. Tít.

371. 1 ed. 21.

© Universidad Pedagógica Nacional

© Leonardo Fabio Martínez Pérez, Diana Pilar Villamizar Fúquene

Hecho el depósito legal que ordena la Ley 44 de 1993 y decreto reglamentario 460 de 1995.

ISBN: 978-958-8908-00-7 (Versión digital)
978-958-8650-99-9 (Versión rústica)

Primera edición, 2014

Universidad Pedagógica Nacional

Adolfo León Atehortúa Cruz

Rector

María Cristina Martínez
Vicerrectora Académica

Luis Enrique Salcedo Torres
Vicerrector de Gestión Universitaria

Olga Cecilia Díaz
**Sudirectora División de Gestión de Proyectos
Centro de Investigaciones CIUP**

Preparación Editorial

Universidad Pedagógica Nacional

Fondo Editorial

Calle 79a N° 86-08 - 86

Tel: 594 1894 Ext: 368

editorial.pedagogica.edu.co

Víctor Eligio Espinosa

Coordinador Fondo Editorial

Jhon Machado

Corrección de estilo

Mauricio Esteban Suárez

Diseño y diagramación

*Impreso en los talleres de Dao Digital Ltda.
Bogotá, Colombia, 2014*

Contenido

AGRADECIMIENTOS	7
PRESENTACIÓN	9
VALLADOS: USO INDUSTRIAL Y AGRÍCOLA	13
Y TÚ, ¿QUÉ TIPO DE CARNE PREFIERES EN TU HAMBURGUESA?	39
ALIMENTOS TRANSGÉNICOS: ¿LA RESPUESTA A UNA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL O UNA ESTRATEGIA ECONÓMICA DE LAS GRANDES SUPERPOTENCIAS?	57
¿ES VÁLIDA LA EXPERIMENTACIÓN CON ANIMALES CON EL FIN DE PERMITIR EL AVANCE DE LA CIENCIA?	85

Agradecimientos

Al Centro de Investigaciones de la Universidad Pedagógica Nacional -CIUP- por la financiación de la investigación en la fase de elaboración de las unidades didáctica y a Colciencias por la financiación del Proyecto COL-UPN-531-12, a través del cual se terminó la revisión del material y se llevó a cabo su respectiva impresión, para efectos del trabajo desarrollado con profesores participantes del Programa Colombo-Brasileño de formación de profesores de ciencias en la interfaz universidad-escuela.

A los profesores de ciencias en ejercicio y en formación inicial que participaron voluntariamente en el Seminario-Taller: Unidades didácticas sobre cuestiones sociocientíficas y que participan del Programa Colombo-Brasileño de Formación de Profesores.

A las profesoras en formación inicial Natalia García, Alejandra Beltrán, Ximena Arias y Jennifer Lambraño que actuaron como monitoras de investigación del grupo ALTERNACIENCIAS en el desarrollo de los proyectos que posibilitaron la conclusión de este material.

A las profesoras Diana Moreno, Yadira Pinzón y Viviana Salazar por la valiosa lectura de este trabajo y por sus correcciones.

Presentación

Una de las características de la sociedad moderna ha sido contar con la institucionalización social de la ciencia y la tecnología (C&T) como fuerza productiva que desempeña un papel crucial en la elaboración de mercancías que son consumidas por toda la población. Así la C&T influyen en la economía y la política, además de ser determinante en diversas áreas como la salud y el ambiente. A pesar de la importancia social de los conocimientos científicos y tecnológicos, éstos pueden instrumentalizarse en la sociedad y de esta forma servir a intereses técnicos y tecnocráticos que excluyen la participación de los ciudadanos sobre su uso. Esta situación exige una formación ciudadana crítica que aporte a una comprensión amplia de dichos conocimientos y que, sobre todo, vincule la participación de los ciudadanos en la toma de decisiones frente al desarrollo tecnocientífico.

El grupo de investigación “Alternativas para la Enseñanza de las Ciencias” (ALTERNACIENCIAS) en los últimos 10 años ha trabajado en las líneas Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA) en la enseñanza de las ciencias y conocimiento didáctico del Contenido Curricular de química, y, en este marco, recientemente, desarrolló el proyecto de investigación *Cuestiones Sociocientíficas en la Formación de profesores de Ciencias* y se encuentra desarrollando el Proyecto de investigación titulado: *Programa Colombo-Brasileño de Formación de Profesores en la Interfaz Universidad-Escuela* COL-UPN-531-12, el cual es co-financiado por Colciencias y posibilitó el cierre e impresión de esta publicación.

La elaboración de esta publicación inició en el segundo semestre de 2012 a partir de una convocatoria abierta a estudiantes de la Facultad de

Ciencia y Tecnología, así como a estudiantes y egresados de la Maestría en Docencia de la Química para participar del Seminario-Taller: *Unidades didácticas sobre cuestiones sociocientíficas*. El seminario fue propuesto con la intención de constituir un espacio de formación de profesores que articulara tanto a aquellos que realizan su licenciatura como a profesores en ejercicio, para efectos de analizar aspectos teóricos y metodológicos de la discusión de Cuestiones Sociocientíficas (CSC) en clases de ciencias, de manera tal que ellos propusieron diseños de Unidades Didácticas (UD) sobre CSC de su interés y reflexionaron sobre las posibilidades de una futura implementación.

Producto de este seminario y del trabajo desarrollado en el Programa Colombo-Brasileño de Formación de Profesores en la Interfaz-Universidad Escuela COL-UPN-531-12, en el presente texto se exponen cuatro unidades didácticas centradas en CSC cuyo objetivo es la inclusión de la dimensión CTSA en la enseñanza de las ciencias, así como la formación inicial y permanente del profesorado de ciencias. Algunas de estas unidades se han implementado en el aula y retroalimentado para su posterior utilización como estrategias de enseñanza.

La inclusión de la perspectiva CTSA en la enseñanza de las ciencias, fortalecida a través del diseño de este tipo de unidades centradas en CSC, constituye una alternativa que permite dejar de lado la visión cientificista de la ciencia, en donde los conocimientos científicos son vistos como verdades inmutables e inmunes al cuestionamiento, rescatando sus implicaciones sociales, políticas, culturales, éticas y ambientales, las cuales forman aspectos importantes que permiten entender el conocimiento científico como un proceso histórico y humano, impregnado de diferentes puntos de vista, ideologías e intereses.

De igual forma, el diseño de las unidades aquí presentadas parte del abordaje de CSC teniendo en cuenta que este tipo de propuestas en la práctica docente ayudan a fortalecer la formación permanente de profesores de ciencias, ya que por una parte permite cuestionar la ideología tecnicista del currículo tradicional de ciencias, y, de otra, pueden contribuir con el fortalecimiento de la autonomía docente, pues ellos mismos son los encargados de investigar su propia práctica.

Las CSC aquí abordadas adquieren una importancia crucial para ser trabajadas en el aula dado que nos encontramos en una sociedad altamente dependiente de los productos de la C&T, éstos invaden la vida cotidiana de todas las personas y buscan satisfacer las necesidades de una sociedad de consumo. No obstante, estos mismos adelantos científicos y tecnológicos plantean una gran paradoja a la humanidad, debido a que han trazado el bienestar social de la misma pero conllevan impactos sociales y ambientales que exigen cuestionamiento.

Las CSC retomadas para el diseño de las unidades abordan controversias sobre asuntos sociales que están relacionados con conocimientos científicos de actualidad, pues estos circulan en los medios de comunicación tales como radio, televisión e internet; cuestiones como la manipulación genética de los alimentos, el riego de hortalizas con agua de vallados, la experimentación con animales, la producción y manejo de carnes para las hamburguesas, entre otros, envuelven considerables implicaciones científicas, tecnológicas, políticas y ambientales susceptibles de ser trabajadas en el aula con el propósito de incentivar la participación activa de los estudiantes en discusiones que enriquezcan el pensamiento crítico, el poder argumentativo, el fortalecimiento de habilidades para resolver problemas y la toma de decisiones.

Asimismo, la enseñanza de las ciencias guiada por las controversias suscitadas por las CSC constituye un potencial considerable para la innovación educativa que exige además de una adecuada planeación de la enseñanza, actividades bien sustentadas dentro de los objetivos de cada diseño y una participación activa de un colectivo docente.

La primera UD sobre una CSC local se denominó: “El uso del agua de los vallados para riego de hortalizas en el municipio de Cajicá”, y tuvo como objetivo promover procesos de argumentación científica y ética en estudiantes de grado once de la Institución Educativa Departamental Rural Antonio Nariño, por medio de artículos informativos, propuestas experimentales y puestas en común guiadas por estrategias didácticas como el juego de roles.

La segunda UD parte de la CSC sobre “La producción y el manejo de carnes para el consumo en hamburguesas” con el fin de informar y gene-

rar conciencia en los estudiantes de cuarto grado de primaria, del Liceo Carrión, sobre la procedencia y manejo de los alimentos. En esta unidad se plantearon una serie de actividades que pretendían aumentar gradualmente el nivel de complejidad en los conocimientos y simultáneamente el nivel argumentativo de los estudiantes.

La tercera UD se refiere a “Alimentos transgénicos como tema controversial” profundizando en las implicaciones que esta técnica ha originado en el país, analizándola desde una perspectiva social, económica, científica y ambiental, a fin de posibilitar una reflexión crítica en el aula por parte, tanto de los estudiantes como del docente. El objetivo de esta unidad se centró en fomentar el pensamiento crítico y las competencias argumentativas científicas de las estudiantes del grado noveno del colegio de la Presentación Sans Façon.

Finalmente, la cuarta UD la cual tuvo como objetivo generar la controversia en un grupo de estudiantes de grado octavo del colegio Enrique Olaya Herrera, partiendo de la CSC sobre “La experimentación con animales y su validez en relación con el avance de la ciencia”. Por medio de esta unidad se buscó crear en los estudiantes una postura crítica y argumentada sobre el tema, además de generar una conciencia social sobre la importancia de estar informados y de entender cómo los desarrollos científicos y tecnológicos afectan a los seres vivos.

Leonardo Fabio Martínez Pérez

Doctor en Educación en Ciencias, UNESP, Brasil

Diana Pilar Villamizar Fúquene

Magíster en Docencia de la Química, UPN, Colombia

Grupo ALTERNACIENCIAS



Vallados: uso industrial y agrícola

Juan Camilo Beltrán Martínez

Profesor de la Institución Educativa Departamental
Antonio Nariño del municipio de Cajicá

Leonardo Fabio Martínez Pérez

Profesor Universidad Pedagógica Nacional.

Descripción

La implementación de estrategias basadas en el trabajo con cuestiones sociocientíficas fomenta habilidades como la argumentación, la toma de decisiones y el pensamiento crítico, por medio de la participación en debates o intervenciones -escritas u orales- acerca del impacto de la ciencia y la tecnología en aspectos sociales. De esta manera, para la elaboración de propuestas que pretendan mejorar la práctica docente, es necesario el análisis de lo que se enseña, cómo se enseña y de las condiciones que se generan en

la enseñanza habitual para el aprendizaje de las ciencias (Candela, 1991). En este sentido, la aplicación de esta unidad didáctica tiene como principal intención fomentar espacios de intervención dialógica entorno a la cuestión sociocientífica local “El uso del agua de los vallados para riego de hortalizas en el municipio de Cajicá” con el fin de analizar el proceso de argumentación científica y ética.

El uso de CSC locales es relevante en la manera misma como los estudiantes se ven inmersos cotidianamente en la problemática, siendo éste uno de los aspectos importantes a tener en cuenta en el diseño de secuencias de enseñanza. Debido a la ubicación geográfica de la Institución Educativa Departamental Antonio Nariño del municipio de Cajicá, la UD está diseñada para ser aplicada en estudiantes de grado once, puesto que la relación de ellos con los vallados es evidente a causa de la presencia de los mismos en el colegio y en donde ellos residen.

La UD consta de dos secuencias de aprendizaje referentes a la cuestión sociocientífica local mencionada, en donde se desarrollan un total de cinco actividades, cada una correspondiente a 120 minutos, las cuales están mediadas por un objetivo de trabajo, indicaciones del profesor, artículos noticiosos, actividades de campo, reflexiones individuales, puestas en común y conclusiones. Lo anterior con el ánimo de orientar procesos integrales de formación que le permitan al estudiante desempeñarse con autonomía en su contexto socio-cultural mediante el acceso al conocimiento, la cultura, la política, la economía, la ciencia y la tecnología.

Orientaciones para el profesor

Esta UD ha sido diseñada con la intención de ser usada por estudiantes y docentes interesados en explorar nuevos materiales didácticos que enriquezcan el quehacer en el aula, además de orientar el proceso de diseño curricular para la enseñanza. De esta manera, el presente material se convierte en un instrumento fundamental a la hora de planear la intervención didáctica por parte del profesor, ya que le permite hacer uso de diferentes actividades que promueven intervenciones discursivas encaminadas a que el estudiante proponga argumentos válidos para el contexto.

Con respecto al desarrollo metodológico de la unidad, esta se fundamenta en el estudio de la cuestión sociocientífica local: “El uso de agua de los vallados para el riego de hortalizas en el municipio de Cajicá”, a través de reflexiones, discusiones, análisis de lecturas, noticias, investigaciones y cualquier otro medio en donde se obtenga información dentro de las implicaciones de la temática, lo cual permite el fortalecimiento de la estructura argumentativa de cada estudiante y la intervención discursiva en los ámbitos sociales.

El direccionamiento de cada actividad está a cargo del profesor que debe conocer la organización global de la unidad, los avances y dificultades de sus estudiantes, así como los espacios propios de intervención para reorientar, enriquecer, profundizar y concluir las temáticas desarrolladas, con el ánimo de dirigir el proceso de evaluación y reflexión.

La primera secuencia “El agua de los vallados ¿problemática local?” cuenta con dos actividades de iniciación; la primera llamada “¿De qué lado estás?”, en donde se presenta un pleito local alrededor de la contaminación de fuentes hídricas con residuos industriales, y, la segunda, denominada “¿Dónde estamos y qué hacemos?” la cual pretende ubicar a los estudiantes en el sector donde se encuentran, relacionando fuentes hídricas, vallados, industrias y zonas de cultivo. La segunda secuencia “El agua para riego ¿está contaminada?” se compone de tres actividades, las dos primeras de desarrollo y la tercera de finalización. “Caracteriza tú mismo ¿Experimental?” es una actividad de caracterización de las muestras tomadas en la primera secuencia; “en los zapatos de...” es un juego de roles en el cual cada grupo de estudiantes se proveerá de argumentos para defender un personaje en una situación establecida. Por último, “Informa a la comunidad” es una oportunidad de publicación de un artículo de divulgación científica en donde se exponen y analizan los aspectos más importantes de la cuestión sociocientífica local desde la mirada de cada estudiante.

Para el uso adecuado de esta UD es necesario tener presente la organización secuencial de su estructura, el objetivo de enseñanza y los objetivos propios de la unidad, enmarcados dentro de lo conceptual, procedimental y actitudinal. Para este fin organizacional se cuenta con un esquema de acompañamiento de objetivos en donde se puede hacer un seguimiento a medida en que se van abordando las actividades.

Orientaciones para el estudiante

Esta UD se ha diseñado considerando al estudiante como el principal estructurador de su conocimiento y formación integral, estableciendo como primordial reto el avance propio representado en las intervenciones discursivas que se generan en el desarrollo de las actividades que, en este caso, están enfocadas hacia la CSC local “El uso de agua de los vallados para riego de hortalizas en el municipio de Cajicá”.

Para cumplir con dicho propósito se cuenta con dos secuencias de aprendizaje que están dirigidas por un objetivo de enseñanza y algunos otros objetivos propios de estudio, enmarcados dentro de lo conceptual, procedimental y actitudinal, con el fin de fortalecer la estructura argumentativa de cada estudiante y la intervención discursiva en los ámbitos sociales, por medio de reflexiones, discusiones, análisis de lecturas, noticias, investigaciones y cualquier otro medio en donde se obtenga información dentro de las implicaciones de la temática.

Las actividades propuestas pretenden que el estudiante enriquezca sus argumentos frente a la problemática establecida, conviva dentro de la diferencia de posiciones y amplíe su panorama sociocientífico, con el fin de lograr una participación más activa dentro de la sociedad. En este sentido, se debe tener en cuenta que la UD es una herramienta que permite la orientación del aprendizaje y no debe ser la única estrategia fortalecedora de dicho proceso.

Objetivos

De enseñanza	Promover procesos de argumentación a partir de discusiones en torno al uso del agua de los vallados para el riego de hortalizas en el municipio de Cajicá.	Seguimiento
--------------	--	-------------

De la unidad didáctica	Conceptuales	Conocer las implicaciones del uso del agua de los vallados para el riego de hortalizas en el municipio de Cajicá.	Secuencia I	A I	
				A II	
		Secuencia II	A I		
			A II		
			A III		
			Reconocer algunas de las propiedades físicas y químicas del agua para situarla como sustancia primordial en el desarrollo de la vida.	Secuencia II	AI
De la unidad didáctica	Procedimentales	Realizar el mapa de algunas veredas de Cajicá resaltando fuentes hídricas, industrias, vallados y zonas de siembra.	Secuencia I	A II	
		Comparar mediante evidencias cualitativas algunas características del agua de diferente origen.	Secuencia II	A I	
De la unidad didáctica	Actitudinales	Reflexionar acerca del uso del agua en prácticas agrícolas y el impacto ambiental que este puede ocasionar.	Secuencia I	A I	
				A II	
		Tomar una posición crítica en torno a la situación local de las fuentes hídricas y su relación con la industria y las prácticas de siembra.	Secuencia II	A I	
				A II	
		A III			
			Secuencia I	A I	
				A II	
			Secuencia II	A I	
				A II	
				A III	

Secuencia I

El agua de los vallados ¿Problemática local?

Diariamente y en frecuentes ocasiones las personas hacen uso de diferentes objetos, recursos y materiales que facilitan los oficios, ocupaciones y necesidades propias de la naturaleza humana del siglo XXI, haciendo que muchas de estas acciones pasen quizá desapercibidas al ojo de una conciencia crítica

y consiente. Así, por ejemplo, el transportarse, el consumir, el trabajar y el estudiar, entre muchas otras actividades, pasan a ser parte de la vida “normal”, sin tan siquiera proveer al individuo de sorpresa o inconformismo.

De acuerdo con lo anterior y encausando el tema hacia los propósitos de la unidad didáctica, las actividades en que normalmente se usa el agua son quizá innumerables o posiblemente inimaginables para la mayoría de la población mundial, siendo invisible el hecho de que la demanda de agua crece exponencialmente y, aún menos evidente, que la oferta y calidad cada vez es menor. En este sentido, no es complejo entender que la oferta y la demanda son dinámicas de consumo y que en el caso de los recursos naturales es importante mantener un equilibrio, no obstante, algunos datos pueden sorprender cuando del agua se habla. A nivel industrial se usa el 20% del agua dulce disponible en el mundo, sin embargo aproximadamente el 70% de los residuos del sector industrial se vierten en aguas sin tratamiento alguno. En campo agrícola se hace uso del 70% del agua dulce disponible mundialmente, del cual, debido a los cambios climáticos, el 90% se provee del riego y el 10% restante de lluvias. Por otra parte, si de calidad se trata, para el ciudadano no es secreto que es obligación del Estado garantizar la calidad del agua para consumo humano y, en general, para las demás actividades destinadas al uso doméstico, agrícola, pecuario, recreativo, industrial, estético, pesca, maricultura, acuicultura, preservación de flora, fauna, navegación y transporte acuático. Aunque generalmente como beneficiario del recurso se olvida que este factor depende del buen aprovechamiento, disposición y ahorro del mismo.

Diariamente utilizas el agua en diferentes actividades tanto en el hogar como en el colegio o en sitios en donde disfrutas de tu tiempo libre, de acuerdo con esto ¿Cuáles son las acciones más frecuentes en las que usas el agua? (Ubícalas de mayor a menor importancia según tu criterio)

Uso	Descripción

Uso	Descripción

Actividad I

¿De qué lado estas?

Objetivo:

Reconocer conflictos de interés entre diferentes actores involucrados en problemáticas del río Frío, río Bogotá y vallados.

Una multa de 55 millones 440 mil 672 pesos le impuso la Corporación Autónoma Regional (CAR), de Zipaquirá, a la empresa Sociedad Productos Naturales S.A., La Alquería, ubicada en Cajicá, por contaminar el cauce del río Frío con vertimientos industriales. La medida fue tomada luego de un largo proceso de seguimiento y control ambiental sobre ese afluente que nace en Zipaquirá, en el páramo de Guerrero, recorre los municipios de Tabio, Cajicá y Chía, y desemboca luego en el río Bogotá.

En marzo de 1997, la CAR ordenó la suspensión de los vertimientos de la industria hasta tanto ellos presentaran una alternativa de tratamiento de sus aguas residuales, que cumpliera con el criterio de calidad ambiental impuesto por la entidad.

En el río Frío los funcionarios de la entidad encontraron que las aguas de este cauce presentaban un leve estado de contaminación al llegar a Cajicá. Pero a su paso por La Alquería y demás industrias del sector, convierten el río en una cloaca que genera trastornos en la salud de la comunidad, dijeron funcionarios.

La resolución ordena que por incumplimiento de la orden de suspensión de vertimientos y por no haber presentado ante la corporación el plan de manejo para sus aguas residuales, se les impone una

multa de dos salarios mínimos legales diarios, que empezaron a contar desde marzo, del año pasado, cuando se les hizo la primera suspensión hasta ahora, lo que suma unos 55 millones de pesos, dijo Nicolás Escobar, director de la CAR, regional Zipaquirá.

Escobar explicó: La Alquería no está vertiendo directamente al río Frío sino que están llevando los vertimientos por unas tuberías a unos vallados y luego la cogen para riego. Lo que pasa es que, como autoridad ambiental, condicionamos a La Alquería para que presentaran a la Corporación su sistema de tratamiento de aguas residuales con el fin de darle una aprobación, pero ellos nunca presentaron nada. Lo que están haciendo no es una propuesta viable técnicamente. Además, no fue presentada a la Corporación.

En conclusión, el funcionario explicó que al llegar el agua a esos vallados los vertimientos se realizan al río de manera indirecta.

Carlos Enrique Cavalier, propietario de la industria, dijo que la multa no está confirmada. La CAR primero tiene que hacer una verificación. Antes de multarnos, deben tener una caracterización de las aguas. Nosotros cogemos el agua, la limpiamos, le hacemos un tratamiento y la estamos utilizando para riegos. Ellos dicen que la estamos botando por los vallados y eso no es cierto. Tratamos el agua, le bajamos el pH, le quitamos la grasa y la utilizamos para riego en los potreros de la industria. No estamos haciendo vertimientos al río.

La CAR, también dio órdenes de cierre para algunas canteras y botaderos de basura, como es el caso del botadero de basura de Pacho, en el Páramo del Águila, donde nacen tres quebradas, y ya hay expediente y formulación de cargos para todas las empresas curtidoras de la zona de Chocontá.

Multada la alquería por contaminar

Publicación eltiempo.com

Sección: Información general

Fecha de publicación: 16 de mayo de 1998

Actividad II

Lee atentamente el texto anterior y responde las preguntas dispuestas a continuación.

Tu posición:

Cuestionamientos	Respuestas
¿Conoces los dos estamentos involucrados en este pleito y a qué se dedican? Explica tu respuesta.	
¿Quién crees que tiene la razón?	
¿Por qué?	
¿Hay otras empresas en la zona? ¿Cuáles y qué producen?	
¿Qué opinas acerca de la multa? ¿Estás de acuerdo o en desacuerdo? ¿Por qué?	
¿Quiénes pueden verse afectados en esta situación y de qué manera?	

Puesta en común:

De acuerdo con *Tu posición*, socializa la opinión que tienes acerca de la situación expuesta en el artículo. ¿Qué puedes concluir después de escuchar a los demás?

Objetivo:

Ubicar a los estudiantes en la zona en la que se encuentran destacando la relación entre fuentes hídricas, industrias, zonas de cultivo y vallados.

- Señale según corresponda:
1. Usted vive en un sector:
 - a. Urbano
 - b. Rural
 2. El río Bogotá dista de su casa aproximadamente entre:
 - a. 1 a 10 metros
 - b. 10 a 100 metros
 - c. 100 a 1000 metros
 - d. Más de un kilómetro
 3. ¿Sabe qué son y cuáles son los vallados?
 - a. Sí
 - b. No
 4. ¿Su casa se sitúa cerca de algún vallado?
 - a. Sí
 - b. No
 - c. No sé
 5. Usted o su familia utiliza el agua de los vallados para:
 - a. Bañar animales
 - b. Regar cultivos
 - c. Uso doméstico
 - d. Nada
 - e. Otro _____
 6. ¿Ha tenido contacto alguna vez con el agua de los vallados?
 - a. Sí
 - b. No
 7. ¿Sabe de dónde proviene el agua depositada en los vallados?
 - a. Sí, proviene de:

 - b. No
 8. ¿En los terrenos de su casa hay huertas o cultivo de hortalizas?
 - a. Sí
 - b. No
 9. ¿En los últimos años su familia se ha visto afectada por inundaciones?
 - a. Sí, ¿de qué forma?:

 - b. No
 10. ¿En qué sector laboral se desempeña su familia?
 - a. Agricultura
 - b. Industria
 - c. Otra(s)

En grupo realiza un recorrido de la zona _____, dibuja e identifica las fuentes hídricas, las industrias, los vallados y zonas de cultivo.




- Después del recorrido, entre todos, constuyan un mapa de la zona delegada.
- Tomen muestras de agua de los vallados identificados.
- Expongan el mapa ante sus compañeros y resuelvan sus dudas.

Reflexiona:

¿Qué relaciones inicialmente se pueden establecer entre el agua, la industria y la agricultura en Cajicá?

Argumenta:

A partir del recorrido realizado, la construcción del mapa y la socialización, ubícate en alguna de las situaciones mostradas a continuación y escribe las razones por las cuales te identificas con esta afirmación.

 <p>Agricultor Los vallados son la única fuente hídrica disponible que se puede utilizar para el riego.</p>	 <p>Empresario Las industrias tratan el agua utilizada antes de ser servida en ríos o en vallados.</p>	 <p>Ciudadano El riego de hortalizas con agua de vallados no afecta, ya que éstas se cocinan antes de consumirlas.</p>

Secuencias II

El agua para riego ¿Está contaminada?

El agua para uso agrícola es aquella empleada para la irrigación de cultivos, la que generalmente es proporcionada a las siembras por medio de regadío. Legalmente existen algunos parámetros establecidos para aprobar, o no, el uso del recurso hídrico disponible para este fin, además prohíbe el uso de aguas servidas pero exceptúa las aguas servidas tratadas y que cumplan con los niveles de calidad establecidos en la norma.

En este sentido, algunos criterios importantes de calidad admisibles para las aguas destinadas a uso agrícola se presentan a continuación:

Parámetro	Máximo permisible
pH	6,5 – 8,4
Salinidad	2 psu (g /l)
Materia flotante	Ausencia
Sólidos disueltos totales	3000 mg/l
Arsénico	0,1 mg/l
Cadmio	0,01 mg/l
Cromo hexavalente	0,1 mg/l
Mercurio	0,001 mg/l
Plomo	0,05 mg/l
Coliformes totales	1000 nmp/100ml

En Colombia, aunque existe el decreto que regula estos parámetros y los organismos de control que vigilan las prácticas agrícolas, generalmente no se revisa a cabalidad la calidad del agua utilizada para este fin.

De acuerdo con la situación descrita anteriormente, responde los siguientes cuestionamientos:

Cuestionamientos	Respuestas
En el sector en donde vives ¿Conoces casos en donde se haya prohibido el uso del agua para el riego de hortalizas?	
¿Los límites establecidos para el agua de riego te parecen adecuados? Explica tu respuesta.	

Actividad I

Caracteriza tú mismo ¡Experimenta!

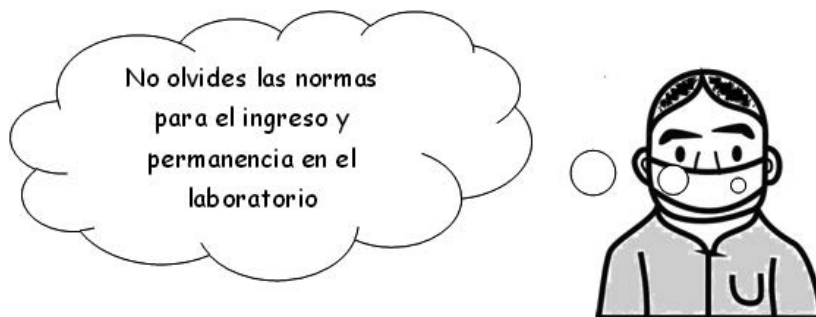
Objetivo:

Conocer algunas características físicas, químicas y microbiológicas del agua de algunos vallados de Cajicá.

De las muestras del agua de los vallados recogidas en el recorrido realizado en la Secuencia I, se escogerán cinco de ellas para realizar algunas pruebas de laboratorio.

1. ¿Qué aspectos tendrías en cuenta para hacer la elección de las 5 muestras? ¿Por qué motivo?

Organiza grupos de trabajo de máximo cuatro integrantes con los que ingresarás al laboratorio para obtener ciertas características de las muestras escogidas.



A continuación encontrarán los protocolos necesarios para realizar las experiencias de laboratorio y los requerimientos de elaboración del informe experimental. (La distribución de las prácticas estará a cargo del docente).

2. Grupalmente propongan las normas que crean necesarias para esta actividad



pH

El valor de pH es una de las pruebas más importantes y frecuentemente utilizadas en el análisis químico del agua. A una temperatura determinada la intensidad del carácter ácido o básico de una solución está dada por la actividad del ion hidrógeno. Así, las aguas naturales tienen normalmente valores de pH en la zona de 4 a 9 y la mayoría son ligeramente básicas debido a la presencia de bicarbonatos y carbonatos de los metales alcalinos y alcalinotérreos.

Procedimiento:

- Análisis de la muestra

Antes de su uso extraiga los electrodos de la solución de conservación, lave y seque con un paño suave. Tome 50 ml de agua de cada muestra escogida y colóquela en un vaso de precipitado. Respectivamente, rotule los vasos con las muestras seleccionadas (1, 2, 3, 4, 5 y blanco) y sitúelas en el mapa realizado en la Secuencia I. Sumerja los electrodos en la muestra 1, establezca el equilibrio entre electrodos y muestra agitando suavemente con una varilla de vidrio. Realice la lectura del pH y registre (realizar ensayos por triplicado).

Finalmente, lave y seque los electrodos cuidadosamente y realice el mismo procedimiento para las muestras 2, 3, 4, 5 y blanco.

- Diagrama de procedimiento

Realice un diagrama de flujo en donde se especifiquen las principales acciones a realizar de manera ordenada y secuencial.

Densidad

La densidad es una relación entre la masa de una sustancia y el volumen ocupado por ésta, a una temperatura específica. En este sentido, la densidad del agua puede variar con respecto a los sólidos disueltos, afectando propiedades como pH, conductividad eléctrica y salinidad.

- Tabla de referencia

Agua pura			
Temperatura (°C)	Densidad Kg/m ³	Temperatura (°C)	Densidad Kg/m ³
4	1000,00	18	998,68
10	999,77	19	998,49
12	999,58	20	998,29
14	999,33	21	998,08
15	999,19	22	997,86
16	999,03	23	997,62
17	998,86	24	997,38

Procedimiento:

- Método del picnómetro

$$\rho = \frac{\text{masa picnómetro lleno} - \text{masa picnómetro vacío}}{\text{volumen del picnómetro}}$$

Filtre 50ml de cada una de las muestras y rotule los filtrados. Determine la masa del picnómetro vacío, limpio y seco. Llénelo completamente con agua destilada (blanco), coloque la tapa hasta que se desborde el líquido, séquelo por fuera y determine su masa. Luego, saque el agua e introduzca una pequeña cantidad de muestra 1 (previamente filtrada), agite y bote (con el fin de purgar el picnómetro). Llénelo con la muestra 1, séquelo por fuera y determine su masa. Repita el procedimiento para las muestras 2, 3, 4, 5. Finalmente calcule la densidad.

- Diagrama de procedimiento

Realice un diagrama de flujo en donde se especifiquen las principales acciones a realizar de manera ordenada y secuencial.

Salinidad

La salinidad es una importante propiedad de las aguas naturales e industriales que se concibe como el contenido de sales minerales disueltas en un cuerpo de agua. Para determinar la salinidad se suelen utilizar métodos

indirectos que incluyen la medida de una propiedad física como la conductividad, la densidad, la velocidad del sonido o el índice de refracción.

Procedimiento:

- Método de densidad

La salinidad de la muestra puede determinarse a partir de una ecuación internacional para agua de mar. Esta ecuación relaciona $(\rho - \rho_0)$ a la salinidad práctica (S).

$$S = 1,3343(\rho - \rho_0) + 2,155306 \times 10^{-4}(\rho - \rho_0)^2 - 1,17116 \times 10^{-5}(\rho - \rho_0)^3$$

En donde:

S, es la salinidad expresada en Kg/m³ o en psu (g/l)

ρ , es la densidad de cada una de las muestras expresadas en kg/m³

ρ_0 , es la densidad del agua expresada en kg/m³

- Realice el cálculo respectivo para las muestras analizadas de acuerdo con los datos obtenidos en la experiencia de laboratorio anterior.

Sólidos disueltos totales

Los sólidos pueden afectar la calidad del agua de diferentes maneras, las aguas con abundantes sólidos disueltos suelen ser de inferior palatabilidad y pueden inducir una reacción fisiológica desfavorable en el consumidor ocasional, a nivel industrial aguas altamente mineralizadas tampoco son adecuadas, incluso el análisis se utiliza para evaluar el cumplimiento de las limitaciones que regulan su vertido.

Procedimiento:

Filtre 100 ml de cada una de las muestras y rotule el filtrado, lave con tres porciones de 10 ml de agua destilada, permitiendo el drenaje completo del filtro entre los lavados. Transfiera a la placa de evaporación previamente lavada, secada a 180 °C y pesada en frío. Seque al menos durante una hora a 180 °C, enfríe en un desecador y proceda a pesar. Repita el ciclo de secado, enfriado y pesado hasta obtener un valor constante.

$$\text{sólidos disueltos totales} = \frac{(A - B)}{\text{volumen de la muestra (l)}}$$

Donde:

A = masa del residuo seco + masa de la placa de evaporación (mg)

B = masa de la placa de evaporación (mg)

- Diagrama de procedimiento

Realice un diagrama de flujo en donde se especifiquen las principales acciones a realizar de manera ordenada y secuencial.

Coliformes totales

Son organismos coliformes aquellos capaces de crecimiento aeróbico ya sea $35 \text{ ó } 37 \pm 1^\circ\text{C}$ en un medio de cultivo líquido lactosado con producción de ácido y gas dentro de un periodo de 48 horas. El método del número más probable de microorganismos (NPM) es un método robusto por lo que puede aplicarse en cualquier tipo de agua, aún aquellas que contienen gran cantidad de materia orgánica. Para la determinación del NPM de coliformes totales es necesario proceder a preparar diluciones decimales de la muestra, debido a que se espera que la concentración de coliformes sea superior en éstas que en un agua potable.

Procedimiento:

- Prueba presuntiva

Agitar vigorosamente la muestra por lo menos 20 veces para lograr una distribución uniforme de los microorganismos. Para preparar las diluciones, con una pipeta estéril tomar una alícuota de 1 ml de la muestra original y llevarlo a uno de los tubos conteniendo 9 ml de agua de dilución estéril, obteniendo de esta manera una dilución de 10^{-1} . Agitar el tubo de la dilución 10^{-1} y con otra pipeta estéril tomar una alícuota de 1 ml y llevarlo a otro tubo con 9 ml de agua de dilución estéril para obtener una dilución de 10^{-2} . Proceder de la misma manera hasta obtener una dilución de 10^{-3} o hasta donde sea necesario.

A partir de las últimas tres diluciones inocular asépticamente con 1 ml de muestra cinco tubos de fermentación conteniendo caldo lactosado o caldo lauriltriptosa por cada dilución. Incubar todos los tubos a una temperatura de 35°C durante 24 horas. Después de 24 horas de incubación efec-

tuar una primera lectura para observar si hay tubos positivos, es decir, con producción de ácido. Al hacer esta verificación es importante asegurarse que la producción de gas sea resultado de la fermentación de la lactosa, en cuyo caso se observará turbidez en el medio de cultivo, y no confundir con burbujas de aire.

En caso de no apreciarse crecimiento en el resto de los tubos continuarán en incubación 24 horas más. Después de 48 horas ($\pm 2h$) a partir de la inoculación se hace la lectura final. Si pasadas 48 horas tampoco se aprecia crecimiento ni producción de gas, los tubos se toman como negativos.

- Prueba confirmatoria para coliformes totales

A partir de cada uno de los tubos que han resultado positivos en la prueba presuntiva, agitándolos para homogeneizar, inocular con tres asadas tubos conteniendo caldo Lactosa Bilis Verde Brillante (LBVB). Incubar durante $48 \pm 3 h$ a $35 \pm 0.5 ^\circ C$. Después de la incubación observar la presencia de turbidez y de gas.

$$\frac{NPM}{100ml} = \frac{N^\circ \text{ de tubos positivos} \times 100}{\sqrt{ml \text{ de muestra en tubos neg.} \times ml \text{ de muestra en todos los tubos}}}$$

- Registro

Marque con una X los resultados positivos

Muestra N°1

	PRUEBA PRESUNTIVA									PRUEBA CONFIRMATORIA CT									
	10 ⁻¹			10 ⁻²			10 ⁻³			10 ⁻¹			10 ⁻²			10 ⁻³			
24h																			
48h																			

Muestra N°2

	PRUEBA PRESUNTIVA									PRUEBA CONFIRMATORIA CT									
	10 ⁻¹			10 ⁻²			10 ⁻³			10 ⁻¹			10 ⁻²			10 ⁻³			
24h																			
48h																			

Muestra N°3

PRUEBA PRESUNTIVA			PRUEBA CONFIRMATORIA CT			
	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³
24h						
48h						

Muestra N°4

PRUEBA PRESUNTIVA			PRUEBA CONFIRMATORIA CT			
	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³
24h						
48h						

Muestra N°5

PRUEBA PRESUNTIVA			PRUEBA CONFIRMATORIA CT			
	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³
24h						
48h						

- Informe experimental

Objetivo de la experiencia de laboratorio

Resultados

	Material flotable	pH	ρ (g/ml)	Salinidad (ps)	Sólidos disueltos (mg/l)	Coliformes totales (NPM)
Blanco						
Muestra N° 1						
Muestra N° 2						
Muestra N° 3						
Muestra N° 4						
Muestra N° 5						

Análisis de resultados

Conclusiones

Actividad final de trabajo de laboratorio

Plenaria orientada por el profesor en la que cada grupo de trabajo socializará los resultados y análisis obtenidos del trabajo de laboratorio, de tal manera que se considere la importancia de los mismos para entender, desde el punto de vista químico, el uso o no, del agua de los vallados para el riego de hortalizas. Si los datos obtenidos son insuficientes se orientará la búsqueda de nueva información y la realización de otras actividades para llevar a cabo una segunda plenaria.

Actividad II

En los zapatos de...

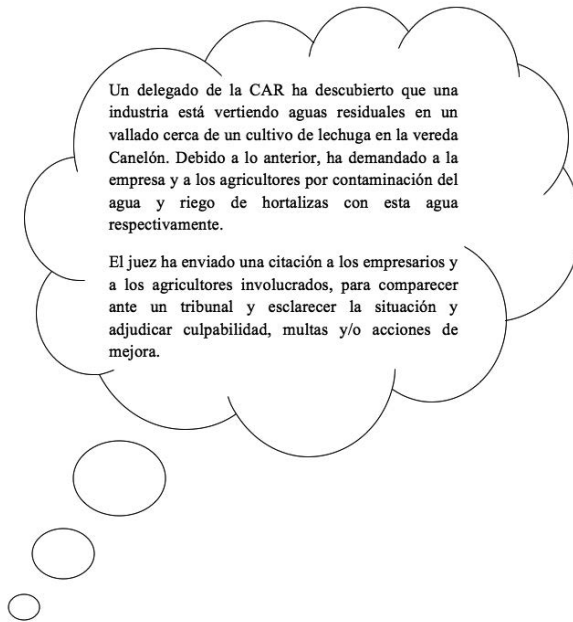
Objetivo:

Interpretar a un personaje establecido en una situación para defender con argumentos su posición.

- Lee atentamente la siguiente información:

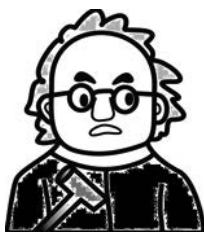


- Después de conocer ciertas cifras reales, lea atentamente la siguiente situación ficticia y posteriormente ubíquese en el personaje que quiere representar en el juego de roles.



Personajes	Características
Agricultores (2)	Son los dueños de los cultivos regados con el agua de los vallados. No tienen otra fuente de riego cercana.
Empresarios (2)	Son el gerente y el subgerente de la empresa encargados de ofrecer los argumentos y pruebas que los declare inocentes.
Jurado (5)	Después de escuchar a las partes son los encargados de dar una apreciación general de la situación al juez para establecer un veredicto.
Delegados de la CAR (2)	Son miembros del ente que encontró las irregularidades ambientales.
Analistas de aguas (2)	Son los encargados del análisis físico, químico y microbiológico de las aguas involucradas en este pleito.
Juez (1) (estudiante o docente)	Es el encargado de dar un veredicto basado en el análisis de la situación, las consideraciones de los jurados y los argumentos presentados por las partes.

- Después de ubicarse e identificarse con uno de los personajes, reúna la información necesaria para tomar parte activa y efectiva en la actividad, teniendo en cuenta que el juicio tendrá el siguiente orden.



1	Apertura del juicio a cargo del juez, presentación de los cargos.
2	Intervención de los delegados de la CAR, descripción de los hallazgos y de las leyes y/o normas que los acusados están infringiendo.
3	Intervención de los empresarios, consideraciones alrededor de los cargos que se les imputan.
4	Intervención de los agricultores, consideraciones alrededor de los cargos que se les imputan.
5	Llamado al estrado a los analistas de aguas, para tener en cuenta lo encontrado en ellas a nivel físico, químico y microbiológico.
6	Consideraciones finales de los delegados de la CAR.
7	Defensa final de los empresarios.
8	Defensa final de los agricultores.
9	Deliberación del jurado y determinaciones finales.
10	Veredicto por parte de juez.

- En el siguiente recuadro escriba una conclusión sobre el uso del agua de los vallados para el riego de hortalizas, en la que englobe todos aquellos aspectos que considera relevantes en esa situación.

Actividad III

Informa a la comunidad

Objetivo:

Exponer, analizar y divulgar los aspectos más importantes alrededor del uso del agua de los vallados para el riego de hortalizas en el municipio de Cajicá.

- Realiza un artículo de divulgación científica a partir de lo trabajado en las anteriores actividades, en el cual se aborden aspectos enmarcados dentro del uso del agua de los vallados para el riego de hortalizas en el municipio de Cajicá. Enríquelo con información adicional encontrada en diferentes medios.

Documentos recomendados:

- Ospina, F. (28 de Agosto de 1994). Y cuando se acabe el agua. En: *El Tiempo*: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-204331>
- Nellvalue. (14 de Octubre de 2009). Hortalizas con plomo, mercurio y arsénico. En: *El Tiempo*: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-366795>
- Editorial El Tiempo. (13 de Octubre de 2009). Hortalizas regadas con aguas del río Bogotá contienen metales perjudiciales para la salud. En: *El Tiempo*: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-6309887>
- Editorial El Tiempo. (21 de mayo de 2008). Río que no has de beber. En: *El Tiempo*: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-4184280>
- Colombia. Presidencia de la República. (s.f.). *Decreto 1594*

Parámetros para la elaboración del artículo:

Titulo	En lo posible debe ser corto y suficiente como para que el lector tenga una idea clara acerca de las características del artículo.
Autor(es)	Nombres y apellidos completos, institución educativa en donde estudian y correo electrónico.

Introducción	Debe contener una descripción de las principales características de la investigación en cuanto al problema, la finalidad (objetivo) y los aspectos que la justifican. Además la introducción debe orientar al lector con respecto a lo que va a encontrar en el documento.
Desarrollo de la temática	Se desarrollan aquí los aspectos del trabajo relacionados con los fundamentos conceptuales, la metodología y todo aquello que se quiere informar. (Construcción propia basada en consulta de investigación).
Conclusiones	En este caso se debe revisar cuál fue el problema de la investigación y establecer las conclusiones a las que se llegaron relacionadas con el problema. Se debe formular una conclusión en relación con cada uno de los objetivos propuestos en la investigación.
Bibliografía	Debe seguir alguna de las normas establecidas, APA o ICONTEC.

Referencias bibliograficas

- Candela, M. A. (1991). Argumentación y conocimiento científico escolar. En: *Infancia y aprendizaje*, 55. 13-28.
- Colombia. Congreso. Decreto 1594 de 1984. Bogotá: Presidencia de la República.
- Clesceri, L., Greenberg, A. & Trussel, R. (1989). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. (17ª ed.). Madrid: Ediciones Díaz de Santos S.A.
- Martínez, L. F. (2010). A abordagem de questões sociocientíficas na formação continuada de professores de ciências: contribuições e dificuldades. Tesis de Doctorado para la obtención del título de Doctor en Educación en Ciencias, Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, Brasil. Recuperado de http://www.athena.biblioteca.unesp.br/exlibris/bd/bba/33004056079P0/2010/martinezperez_lf_dr_bauru.pdf
- Páez, M.T. (12 de Septiembre de 2009) Multada la alquería por contaminar. En: *Periódico Universidad Nacional*: <http://www.unperiodico.unal.edu.co/dper/article/exceso-de-toxicos-en-hortalizas-de-la-sabana.html>
- ONU, Programa: Agua para la Promoción y la Comunicación en el marco del Decenio. (2011). *Agua y agricultura en la economía verde*. Recuperado de http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/green_economy_2011/pdf/info_brief_water_and_agriculture_spa.pdf

Información de autores

Juan Camilo Beltrán Martínez

Licenciado en Química y Magíster en Docencia de la Química por la Universidad Pedagógica Nacional (UPN). Actualmente es profesor de planta de la Gobernación de Cundinamarca en educación básica y media en la IED Antonio Nariño del municipio de Cajicá. Tiene experiencia en el trabajo con cuestiones sociocientíficas, argumentación y elaboración de unidades didácticas. Hace parte del grupo de investigación ALTERNACIENCIAS.

Leonardo Fabio Martínez Pérez

Licenciado en Química y magíster en Docencia de la Química de la Universidad Pedagógica Nacional (UPN). Doctor en Educación en Ciencias de la Universidade Estadual Paulista, Bauru, Brasil (UNESP). Actualmente es profesor de planta del Departamento de Química de la UPN y coordinador del grupo ALTERNACIENCIAS. Actúa por Colombia como coordinador del Programa Colombo-Brasileño de Formación de Profesores en la Interfaz Universidad-Escuela cofinanciado por Colciencias. Es profesor asociado e investigador del programa de Licenciatura en Química, del programa de Maestría en Docencia de la Química y del Doctorado Interinstitucional en Educación. Tiene experiencia y publicaciones nacionales e internacionales en el área de enseñanza de las ciencias en los temas del enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA), la formación de profesores, las cuestiones sociocientíficas, la argumentación y la epistemología de las ciencias. lemartinez@pedagogica.edu.co



Y tú, ¿qué tipo de carne prefieres en tu hamburguesa?

Diana Catalina Carrión

Profesora Liceo Carrión

Pedro Andrés Castro

Profesor Liceo Psicopedagógico Engativá

Ingrid Ximena Arias

Estudiante de Licenciatura en Química UPN

Presentación de la unidad didáctica

Actualmente, para satisfacer necesidades consumistas nos encontramos en el auge de nuevos productos creados desde el afán, la inmediatez y la necesidad. Así, los alimentos, sin medir consecuencias, son procesados para que no devenguen mucho tiempo de preparación y cocción, como el caso de las carnes, en específico, de pollo o res. La controversia de consumir alimentos que no requieran largo tiempo de preparación como las comidas rápidas, abre la puerta a los debates sobre consumir o no este tipo de alimentos, pero el asunto de mayor interés a discutir en esta oportunidad es la importancia de saber de dónde proceden y las implicaciones que tienen, por lo cual centraremos la atención en la controversia de la manipulación y naturaleza de los alimentos, específicamente, la carne de hamburguesas, comparando el tratamiento en algunos lugares comerciales y las implicaciones que estos traen.

Con respecto a lo mencionado anteriormente es importante generar conciencia en los estudiantes de grado cuarto respecto a una buena alimentación y a estar informados sobre la procedencia de algunos alimentos. Así la Unidad Didáctica (UD) se enfoca en el consumo de comidas rápidas, especialmente en el tratamiento de carnes, debido a que detrás del producto terminado “carne de hamburguesa” se esconde la alimentación, el tratamiento y el transporte de los animales.

Para la implementación de la UD se proponen seis actividades, cada una de ellas con mayor grado de análisis y complejidad, que permitan a los estudiantes ir aumentando su nivel de argumentación, abordando desde la temática de la nutrición los siguientes aspectos: tipos de alimentos, dietas, requerimientos alimenticios, enfermedades de nutrición, alimentos manipulados e implicaciones en la salud.

Se propone el desarrollo de la unidad en un periodo escolar, alternando las actividades con las demás temáticas a trabajar, por ejemplo, repercusiones ambientales y sociales de la manipulación de los alimentos, y la relación con áreas disciplinares que permitan apoyar los argumentos que construyan los estudiantes como es el caso de sociales, religión, valores y lenguaje.

Esta propuesta de diseño curricular permite al estudiante aumentar el nivel de argumentación teniendo en cuenta los retos de la ciencia como cultura y articular la construcción de ciudadanía desde la enseñanza de las ciencias, como lo menciona Carvalho en Martínez y Moreno (2009):

El docente debe realizar un aumento en su nivel de argumentación junto con el estudiante, quien debe durante el proceso desarrollar 3 habilidades principales: habilidad para provocar la argumentación, habilidad para relacionar el lenguaje científico con el lenguaje cotidiano y habilidad del docente para cualificar el proceso argumentativo, siendo importante secuenciar las actividades con un nivel de coherencia y progresión (p. 35).

Es importante mencionar que uno de los objetivos para realizar un diseño curricular es convertir el aula de clase como lo mencionan Tishman, Perkins y Jay (1997) en un aula para pensar, donde además de poseer habilidades - de pensamiento crítico y argumentación, entre otras- se empleen en el contexto real, para ello es necesario que estas habilidades se cultiven, valoren y apoyen, con la ayuda de “la operación de varias fuerzas (lenguaje, valores, ciencias)”.

Justificación

Durante la práctica docente se reflexiona acerca de las necesidades en el proceso de enseñanza – aprendizaje, una de estas reflexiones recae, como lo menciona Beltrán (2010), en “cómo lograr que los estudiantes no sólo comprendan la ciencia sino que desarrollen habilidades que les permitan participar en las discusiones públicas sobre cuestiones de Ciencia y Tecnología” a través del pensamiento crítico, argumentativo y propositivo en los estudiantes.

Teniendo en cuenta que la alimentación y nutrición son temas de gran interés, llama la atención que no son muy empleados en la educación formal, puesto que las temáticas se desarrollan en un grado superficial, sin dar mayor énfasis e importancia a los aspectos controvertidos que suscita (Membiela y Cid, 1998). De esta forma emplear esta temática en estudiantes de primaria, en específico de cuarto grado, fomentará una postura crítica con respecto a los hábitos alimenticios de los educandos y así generará la capacidad de elegir y prever posibles problemas de esta índole.

Para dar solución a lo planteado anteriormente uno de los modelos curriculares desarrollados en el área de química es el modelo Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), y dentro de este las Cuestiones Sociocientíficas (CSC), el cual es trabajado desde el grupo de investigación ALTERNACIENCIAS del Departamento de Química de la Universidad Pedagógica Nacional. Dentro de este modelo se ven transformados los roles del docente y del estudiante, donde este último se considera un “ser crítico en formación” que podrá participar como individuo en la sociedad, construyendo conocimiento a nivel conceptual, metodológico y actitudinal, analizando las implicaciones sociales y ambientales del desarrollo de la ciencia y tecnología (Martínez, Peña y Villamil, 2007).

El enfoque CTS es transversal en el diseño, pues desde las CSC se propone a los estudiantes que resuelvan una situación, necesidad o interés de su entorno, como lo menciona Martínez (2005), esto permite complejizar el conocimiento escolar porque el estudiante logra enriquecer el conocimiento cotidiano mediante problemáticas socio-ambientales que superan visiones simplistas.

Desde la implementación de esta UD se pretende potencializar la argumentación en los educandos, teniendo en cuenta que el discurso argumentativo promueve el desarrollo de la relación CTS. Además, promueve emplear el conocimiento construido en el aula en las diferentes intervenciones sociales y propicia un plano interpersonal en los individuos para que justifiquen, propongan y logren realizar tomas de decisiones.

Las CSC relacionan un asunto de interés público, tanto para el docente como para los estudiantes, con las temáticas trabajadas involucrando aspectos de carácter ético, moral, cultural, opiniones y conocimiento, dando lugar a una controversia en la que se promueve la interpretación, argumentación y toma de decisiones en los estudiantes, logrando que participen de manera activa y crítica en la sociedad. Como lo menciona Bernardo, Vianna y Silva (2011) las CSC introducen un tema controvertido como estrategia para problematizar y contextualizar la ciencia y la tecnología, donde se utilizan artículos o información obtenida de revistas y periódicos que se relacionen con la controversia a discutir en el grupo de estudiantes. La polémica favorece el nivel de análisis y argumentación de los estudiantes, puesto que para defender su opinión desarrollarán distintas habilidades basados en conceptos construidos en el aula de clase.

De acuerdo con los fundamentos expuestos esta UD está orientada por la cuestión sociocientífica “Producción y manejo de las carnes (en específico pollo y res) para el consumo en hamburguesas”, la cual, se desarrollará con una población de 27 estudiantes de grado cuarto del Liceo Carrión, buscando promover el pensamiento crítico y una concepción menos simplista de la ciencia, donde los estudiantes tienen conocimientos previos de nutrición que se abordan como parte del plan de estudios en este ciclo. Esto basado en el estándar de educación en ciencias del entorno vivo, donde se pretende explicar la dinámica de un ecosistema teniendo en cuenta las necesidades de energía y nutrientes de los seres vivos (cadena alimentaria), relacionándolos con implicaciones en la salud.

De esta manera se pretende que el estudiante genere una postura crítica para ser participativo en la sociedad, esto como complemento de la formación propuesta en el Proyecto Educativo Institucional –PEI-, el cual orienta el desarrollo de valores y la formación de líderes empresariales y

artísticos. Torres (2011), afirma que dentro de los retos docentes está la elaboración de propuestas curriculares, donde se tengan en cuenta situaciones que promuevan la formación ciudadana, actuando con responsabilidad social, desde la toma de decisiones, evaluando continuamente el proceso de formación y así formar mejores personas activas y críticas ante situaciones controversiales.

La investigación se realiza en grado cuarto, pues promover la argumentación en los estudiantes satisface uno de los objetivos de la enseñanza de las ciencias, relacionado con el pensamiento crítico de la formación ciudadana, promoviendo ambientes de discusión, diálogo y negociación entre pares académicos y posibilitando el desarrollo de argumentos sólidos (Martínez y Moreno, 2009). Así a través de las cuestiones sociocientíficas se busca un incremento en el nivel de argumentación, lo cual es posible, pues este modelo permite ver la ciencia como un proceso social donde es fundamental la toma de decisiones y la participación democrática, junto con la mejora del razonamiento cognitivo, una mayor comprensión conceptual y una actitud más favorable en el proceso de enseñanza (Zenteno y Garritz, 2010).

La UD favorece los niveles de argumentación en el grupo de estudiantes como lo menciona Pozuelo (1997, citado en Ariza y Parga, 2009), pues integra contenidos diversos, además Medina y Sanmartín (1990) afirman que el uso de estas unidades promueve el desarrollo de capacidades en los estudiantes al resolver situaciones cotidianas de interés.

Fernández y otros (2002) consideran que la UD se origina a partir de la necesidad de encontrar una estrategia que organice la enseñanza y el aprendizaje. Por último, es necesario considerar la UD como una hipótesis de trabajo que incluye contenidos, recursos, metas y estrategias, entre otros, y por lo tanto permite regular la práctica escolar de lo que se espera deben aprender los estudiantes, ajustándose durante su implementación (Carrión, García y Martínez, 2012).

Las actividades a realizar en este diseño curricular se resumen con la propuesta de Fernández y otros (2002) en cuanto a la realización de Actividades de Iniciación (AI), Desarrollo (AD), Acabado (AA) y de Evaluación (AE); cada una de éstas tiene un nivel de progresión y permitirán que

el estudiantado gradualmente aumente su nivel de argumentación a partir del desarrollo de diferentes actividades.

Las AI sitúan el tema a estudiar y establecen una aproximación cualitativa para que los estudiantes expliciten sus esquemas conceptuales, posteriormente, las AD introducen los nuevos conceptos de manera funcional y los estudiantes desarrollan habilidades para resolver situaciones en condiciones diversas, las AA buscan que el estudiante proponga nuevas situaciones problemáticas con el fin de continuar la reconstrucción de sus conocimientos en un nivel más profundo, y, finalmente, las AE abarcan la reflexión y aportes en los niveles de argumentación alcanzados.

Desde una tradición pedagógica sociocrítica los estudiantes pueden desarrollar el pensamiento crítico y argumentativo mediante la interpretación y el análisis de una CSC, es decir, ubicados desde una problemática real que genere controversia. Se usa un modelo de enseñanza con enfoque CTSA y aspectos constructivista, teniendo en cuenta las siguientes características propuestas por Mora (1999):

- El centro de la enseñanza es el estudiante y se evidencia con la interacción del contexto y el aula como sistema complejo.
- El conocimiento resulta desde la integración de los contenidos.
- Se integran todos los elementos curriculares.
- Los contenidos tienen una secuencia lógica.
- El tipo de evaluación es contextual y continua.

Es importante referirnos a la escuela como un ámbito cultural como lo mencionan Tishman, Perkins y Jay (1997), cuya experiencia en el aula constituye un proceso dinámico que permite el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y de resolución de problemas. Para complementar la idea de cultura del pensamiento se emplea *el lenguaje del pensamiento*, que se basa en la integración de todas las actividades realizadas en el aula de clase, desde la presentación de información, conversaciones, tareas, cuestionarios, pruebas, entre otras.

Para desarrollar la cultura del pensamiento y dar respuesta a la situación que van a desarrollar los estudiantes de primaria, debemos convencer-

nos que ellos sí pueden realizar actividades que requieren un mayor nivel de análisis, interpretación y argumentación, para esto se tiene en cuenta la *estrategia de pensamiento*, la cual es “un plan explícito y articulado, para desarrollar una situación que implique desafíos intelectuales” pues hay que tener en cuenta que no solo el estudiante tendrá retos intelectuales, también el docente al reflexionar sobre las acciones dentro del aula que promuevan la argumentación en los estudiantes.

Objetivos de la unidad didáctica

Objetivo general

Promover la argumentación de un grupo de estudiantes de grado cuarto de primaria a través del desarrollo de la cuestión sociocientífica “Producción y manipulación de las carnes para el consumo en hamburguesas”.

Objetivos específicos

- Motivar a los estudiantes mediante el análisis y discusión de una situación real.
- Fomentar el pensamiento crítico desde el conocimiento escolar construido en el proceso de enseñanza – aprendizaje.
- Aumentar el nivel de argumentación de los estudiantes haciendo uso de la controversia y el fomento del pensamiento crítico.

Objetivos de las actividades

Dentro de las actividades se presentarán:

Actividad de Iniciación (AI)

Actividad de Desarrollo (AD)

Actividad de Acabado (AA)

Actividad de Evaluación (AE)

Actividad	Finalidad
Actividad 1 (AI) y (AD)	Identificar las ideas de los estudiantes respecto a los animales empleados para la carne de hamburguesa.
Actividad 1 (AA) y (AE)	Introducir la temática de hormonas y su implementación en los animales, permitiendo que el estudiante cree sus propias posturas.
Actividad 2 (AI); (AD); (AA.) y (AE)	Introducción y desarrollo de la manipulación de alimentos y sus implicaciones. Junto con la construcción de argumentos por parte de los estudiantes.
Actividad 3 (AI)	A través de un trabajo grupal, donde se presentarán todas las ideas, los estudiantes defenderán su postura pero, sobre todo, respetarán la de los demás.
Actividad 3 (AD); (AA.) y (AE)	Desde un aspecto real se relacionará lo trabajado hasta ahora con el fin de demostrar que se relaciona con la vida de los aprendices.
Actividad 4 (AI); (AD.); (AA.) y (AE.)	El juego de roles permite un nivel de argumentación mayor, construir argumentos desde la socialización y no solo de forma individual.
Actividad 5 (AI); (AD); (AA.) y (AE)	Desde la construcción de argumentos grupales e individuales los estudiantes lograrán un nivel mayor de síntesis y desarrollo de pensamiento crítico.
Actividad 6 (AI.) y (AD)	La confrontación de las ideas favorece la construcción de argumentos.
Actividad 6 (AA.) y (AE)	La campaña publicitaria permite que los estudiantes expresen su punto de vista y lo defiendan determinando el nivel de argumentación que lograron luego de la implementación de la UD.

Sobre la evaluación

Teniendo en cuenta los factores a evaluar en el diseño curricular presentados al inicio de este material, antes, durante y después de la implementación, es necesario destacar los aspectos a evaluar en el grupo de estudiantes, teniendo en cuenta que lo fundamental es lograr su desarrollo personal y social a través del pensamiento argumentado de acuerdo con los siguientes niveles:

En el nivel de *contenido conceptual* se analiza el tipo de argumentos basados en hechos e investigaciones científicas, por medio del desarrollo y la controversia generada a partir de la CSC a trabajar, en este caso, la producción y manipulación de las carnes para consumo en hamburguesas.

En el nivel de *contenido procedimental* se tiene en cuenta la actuación y el desarrollo del estudiante, proponiendo y desarrollando distintas actividades que pretendan comprobar el nivel de argumentación en el que se encuentran.

En el *contenido actitudinal* al trabajar la CSC se verán involucrados factores axiológicos, sociales, éticos, morales, religiosos y culturales de los estudiantes.

Secuencia de actividades

Actividad 1

AI. Elaboración de una representación gráfica de los animales de donde proviene la carne de res y de pollo, indicando las partes que ellos consideran que son usadas en la elaboración de las carnes.

AD. Presentación de imágenes de animales (tomadas del video “La granja del Dr. Frankenstein. Parte 1”) que están siendo usados durante los últimos años en la elaboración de estos productos (las imágenes son acordes a la edad y el nivel).

AA. Reconocer las diferencias visuales entre la representación gráfica elaborada por los estudiantes y la presentada por el grupo de docentes.

AE. Los estudiantes elaboraran un esquema sobre lo “bueno” y lo “malo” del uso de hormonas en animales.

Actividad 2

AI. Por medio de lluvia de ideas los estudiantes explican cómo consideran que es el proceso de manipulación de la carne de res y de pollo que se usa para elaborar las hamburguesas.

AD. Presentación de un video “La granja del Dr. Frankenstein. Parte 1” acerca del tratamiento de los alimentos, en específico, del tratamiento de la carne para hamburguesa. Tomado de: (2011). *La granja del Dr. Frankenstein 1. Parte 1[Video]*. Disponible en: <http://www.youtube.com/watch?v=Hd-QkWWjCnJY>

AA. En grupos de trabajo se analiza el video y se determinan las principales características que permiten establecer un juicio de valor respecto a lo observado.

AE. Los estudiantes elaboraran un *checklist* sobre el cumplimiento de las condiciones de los animales de acuerdo con los requisitos sanitarios y de inocuidad en la producción de la carne.

Actividad 3

AI. Se presentan algunos resultados de la actividad dos para que los estudiantes analicen las opiniones de sus compañeros y evidencien una postura crítica sobre la misma.

AD. Se realizará la lectura de una noticia (modificada) donde se mencionan las condiciones de los alimentos en una cadena de comidas rápidas, presentando la problemática de la situación.

¿La comida de MisterC no se pudre?

Nuestra intriga con respecto a la vida eterna de una hamburguesa MisterC comenzó luego de leer un artículo escrito por una fotógrafa de acuerdo a su proyecto artístico basado en “HappyMeals”: Quien compró una “Bolsita Feliz” y puso la hamburguesa y las papas fritas de MisterC sobre una mesa a modo de experimento. Allí decidió fotografiar la comida todos los días para medir a qué velocidad se deterioraban los alimentos. Sus fotografías revelaron que transcurridos 145 días, la hamburguesa y las papas fritas parecían tan frescas como el primer día cuando fueron adquiridas en MisterC hacia casi 5 meses.

En realidad, nuestro interés creció cuando descubrimos que varios consumidores habían llevado a cabo experimentos similares con hamburguesas de MisterC. En ellos, ninguna de las hamburguesas de MisterC se descompuso tras extensos períodos de tiempo, oscilando entre 1 año a más de una década. Una consultora en nutrición mantuvo intacta una hamburguesa de MisterC por el lapso de 12 años. Compró la hamburguesa en 1996 y posteó su informe con las insólitas imágenes en su página web en el año 2008.

La autora de libros sobre obesidad y activista Julia almacena una hamburguesa con queso de MisterC -y papas fritas- hace ya más de 4 años, y una abuela de 62 años de edad, “se aferró” a una “Bolsita Feliz” de MisterC durante todo un año. Todos estos eventos fueron grabados en vídeo y fotografiados.

Para ilustrar la diferencia entre la comida natural o real cuando se pudre, Julia realizó un vídeo donde compara visualmente y en forma impecable como “reaccionaron” en el lapso de cuatro años las papas fritas de MisterC y una papa normal.

Luego tenemos el video de “La hamburguesa biónica” donde coleccionó hamburguesas de MisterC con queso, y “Big Mister” durante más de 19 años; se ven exactamente igual al día en que las compró. “Estas hamburguesas no están hechas con sustancias naturales (de acuerdo a la forma en que pensamos normalmente sobre alimentos), son mezclas químicas que contienen el aspecto, sabor y olor de la comida, pero no se deje engañar” no hay nada en esa comida “que se parezca a los alimentos convencionales, en lo absoluto.”

Ingredientes

Carne picada de MisterC / Papas fritas:

No, usted no encontrará fluido para embalsamar momias figurando entre los ingredientes de una hamburguesa de carne de MisterC, aunque yo no me sorprendería. MisterC emite un comunicado institucional afirmando: “Ningún conservante se añade a la carne para hamburguesa en hamburguesas MisterC.” Sin embargo, lo que cualquier bioquímico puede encontrar en una hamburguesa de MisterC es 1, 1, 1 - tricloroetano, 1, 2, 4 - trimetilbenceno, BCH, cloroformo alfa, clorotolueno, chlorpyritos, DDE, p, p, el DDT (de Monsanto), p, p, dieldrina, difenil 2-fosfato wthylhexyl y etilbenceno, entre una verdadera multitud de productos químicos.

El absurdo aparece al tratar de explicar que una hamburguesa no se pudre en más de 10 años:

Algunos sugieren que “debido a la enorme cantidad de grasas que constituyen el 50 por ciento de las papas y el 35 a 54 por ciento de las hamburguesas”, “estos altos niveles de grasa dejan menos espacio para la humedad, lo cual impide la germinación del moho”.

El pan de MisterC

El pan está “enriquecido” con harina de trigo blanqueada, harina de cebada malteada, tiamina, riboflavina, niacina, ácido fólico, hierro reducido, agua, jarabe de maíz alto en fructosa, aceite de soja parcialmente hidrogenado, levadura, contiene menos del 2% de cada una de las siguientes: sal, sulfato de calcio, carbonato de calcio, silicato de calcio, gluten de trigo, harina de soja, bicarbonato de sodio, emulgente (mono-y diglicéridos, ésteres diacetil tartárico de los ácidos grasos, el etanol, sorbitol, polisorbato 20, potasio propionato), sodio estearoilactilato, acondicionador de masa (almidón de maíz, cloruro de amonio, sulfato de amonio, el peróxido de calcio, ácido ascórbico, azodicarbonamida, enzimas), propionato de calcio (conservante).

Creación MisterFrankenstein

Para aquellos de ustedes que aún consideren las hamburguesas eternas de MisterC como lo máximo, consideren esto: Las patas de pollo fritas de MisterC contienen una mezcla basada en productos derivados del petróleo que también se agrega a los barnices, lacas, resinas, los aditivos de aceite para el campo y dimetilpolisiloxano, un antiespumante utilizado en SillyPutty. Antes del año 2003 incluyeron incluso más tóxicos químicos en los “MisterNuggets” de pollo de MisterC que sorprendieron tanto a un juez federal que ordenó retirarlos.

En el 2003, un juez federal llamó a esa “comida una creación de Mc. Frankenstein” que utilizaba varios elementos que “definitivamente no son familiares para un cocinero.” Los únicos ingredientes que fueron autorizados a permanecer fueron el TBHQ y dimetilpolisiloxano.

Noticia adaptada de: http://bolsonweb.com.ar/diariobolson/detalle.php?id_noticia=25164

AA. Por medio de un escrito individual los estudiantes explicarán lo que entendieron de la lectura y su opinión respecto a esta.

AE. Cada estudiante presentará el escrito realizado, de este modo se crearán posturas distintas y las opiniones reflejarán un nivel mayor de argumentación.

Actividad 4

AI. Juego de roles: teniendo en cuenta las actividades realizadas hasta el momento se crean distintas posturas, en esta ocasión, se pretende analizar la situación desde distintos roles como la comunidad, los empresarios, los defensores de animales, los consumidores y el gobierno.

AD. Cada estudiante plantea su opinión desde el rol seleccionado construyendo argumentos certeros que logren “convencer”, por medio de la argumentación, a los demás integrantes de que su punto de vista es el que vale.

AA. Se realiza la discusión y se comparten las opiniones de cada uno de los roles, generando de este modo un debate entre los estudiantes.

AE. En esa actividad los estudiantes fundamentan sus argumentos por medio de la consulta de distintos materiales, la ayuda y orientación de los docentes.

Actividad 5

AI. Basados en la consulta realizada por los estudiantes se plantean argumentos más sólidos para consolidar el debate que se generó durante la sesión anterior.

AD. Cada grupo establece una posible conclusión de la actividad teniendo en cuenta que hay distintos puntos de vista y que no se puede seleccionar uno como correcto o incorrecto.

AA. Entre todo el curso se selecciona una conclusión por medio de un nivel de argumentación mayor.

AE. Cada estudiante plantea individualmente su postura sobre la cuestión trabajada y argumenta por qué tiene esa idea.

Actividad 6

AI. Encuesta acerca de la conformidad o inconformidad con la temática trabajada y sus implicaciones en la enseñanza de las ciencias.

Instrumento N° 1 Determinación de opiniones acerca de la Cuestión Sociocientífica: “Producción y manejo de las carnes (en específico pollo y res) para el consumo en hamburguesas”				
Nombre: _____ Curso: _____				
Teniendo en cuenta las actividades realizadas hasta ahora contesta las siguientes preguntas con la mayor sinceridad y seriedad posible. Por favor lee con atención cada una de las siguientes afirmaciones. Asigna una X en la casilla correspondiente según sea tu grado de <i>acuerdo</i> o <i>desacuerdo</i> , recuerda que no hay respuestas correctas o incorrectas solo se determina el grado de acuerdo o desacuerdo con una afirmación.				
	En total desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	En total Acuerdo
1. La carne de hamburguesas contiene sustancias artificiales.				
2. Antes de consumir un alimento es necesario conocer su procedencia.				
3. Las hamburguesas sin importar de donde sean son malas para la salud y no se deben consumir.				
4. Las hamburguesas sin importar de donde sean son buenas para la salud y se deben consumir.				
5. La manipulación de las carnes y de los alimentos en general es un tema de interés e importancia para mí.				
6. La manipulación de las carnes y de los alimentos en general, no es un tema de interés e importancia para mí.				
7. Conozco la procedencia de los alimentos que consumo y las implicaciones que traen.				
8. La alteración de los alimentos para que estén en menor tiempo es útil para el desarrollo de la sociedad.				
9. Si alteramos los alimentos sin tener en cuenta las implicaciones que esto trae, puede acarrear problemas para los consumidores y el medio en general.				

AD. Se genera una reflexión de lo mencionado hasta ahora analizando la diferencia de argumentos que construyen los estudiantes.

A.A. Cada estudiante diseña una campaña publicitaria en la cual explique su opinión.

AE. Los estudiantes comparten las campañas propuestas y se concluye acerca de las actividades realizadas.

Referencias bibliográficas

Ariza, L. y Parga, D. (2009). *Conocimiento didáctico del contenido curricular para la enseñanza de la combustión*. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá.

Beltrán, M. (2010). Una cuestión sociocientífica motivante para trabajar pensamiento crítico. En: *Zona Próxima*, 12, 144-157.

Bernardo, J., Vianna, D. y Silva, V. (2011). A Construção de propostas de ensino em Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) para abordagem de temas sociocientíficos. En: W. L. P. Santos, D. Auler (orgs.) *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas*, p. 373-393. Brasília: Editora Universidade de Brasília.

Carrión, D., García, J., y Martínez, J. (2012). *Complejización de las concepciones de química y del conocimiento escolar sobre cambio químico*. Trabajo de grado de Licenciatura en Química no publicada. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.

De Jong, O. (1996). La investigación activa como herramienta para mejorar la enseñanza de la química: nuevos enfoques. En: *Enseñanza de las ciencias*, 14(3), 279-288.

Fernández, J., Elotergui, N., Moreno, T., y Rodríguez, J. (2002). *Cómo hacer unidades didácticas innovadoras, Serie práctica*. Colección: Investigación y enseñanza. Diada editoras.

Martínez, C. (2005). De los contenidos al conocimiento escolar en las clases de ciencias. En: *Educación y pedagogía*, 17(43), 149 – 161.

- Martínez, L y Moreno, D. (2009). Argumentación en estudiantes de educación media y habilidad del profesor para su desarrollo: una discusión en el aula sobre implicaciones sociales y ambientales de la producción de etanol. En: *Nodos y Nudos*, 27(3), 30-42.
- Martínez, L., Peña, D., y Villamil, Y. (2006). Actitudes favorables hacia la química a partir del enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA). I Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación CTS+I.
- Membuela, P. y Cid, M. (1998). Desarrollo de una Unidad Didáctica centrada en la alimentación humana, social y culturalmente contextualizada. En: *Enseñanza de las Ciencias*, 16(3), 499-512.
- Mora, P. W. (1999). *Modelos de enseñanza aprendizaje y desarrollo profesional: elementos para la cualificación docente*. Colombia: Educativa Voluntad.
- Tishman, S., Perkins, D., y Jay, E. (1997). *Un aula para pensar (Aprender y enseñar en una cultura de pensamiento)*. Madrid: Aique.
- Torres, N. (2011). Las cuestiones sociocientíficas: una alternativa de educación para la sostenibilidad. En: *Revista Luna Azul*, 32. 45-51.
- Zenteno-Mendoza, B. E. y Garritz, A. (2010). Secuencias dialógicas, la dimensión CTS y asuntos socio-científicos en la enseñanza de la química. En: *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencia*, 7. (1). 2-25.

Información de autores

Diana Catalina Carrión Pérez

Licenciada en Química y Candidata a Magíster en Docencia de la Química por la Universidad Pedagógica Nacional. Profesora del Liceo Carrión perteneciente al grupo de investigación ALTERNACIENCIAS. Co-autora del libro *Diseño curricular para complejizar las concepciones de Ciencia* de la Editorial Académica Española. Participa en el proyecto titulado: Programa colombo-brasileño de formación de profesores de ciencias en la interfaz universidad-escuela.

Pedro Andrés Castro González

Licenciado en Química por la Universidad Pedagógica Nacional. Profesor del Liceo Psicopedagógico de Engativá perteneciente al grupo de investigación ALTERNACIENCIAS. Participa en el proyecto Ola invernal-Fase 2 (CORPOICA) mediante el diseño del factor de “Bioconcentración de metales Plomo y Cadmio” y en el proyecto titulado: Programa colombiano-brasileño de formación de profesores de ciencias en la interfaz universidad-escuela.

Ingrid Ximena Arias Hodge

Estudiante en formación de Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional, noveno semestre. Ha participado como monitorea de investigación, en el proyecto: “Cuestiones sociocientíficas en la formación de profesores: discurso y enseñanza” dirigido por el grupo ALTERNACIENCIAS. Tiene publicaciones de algunos artículos, en revistas nacionales relacionadas con la enseñanza de las ciencias.



Alimentos transgénicos: ¿la respuesta a una problemática ambiental o una estrategia económica de las grandes superpotencias?

Diana Pilar Villamizar.

Profesora Colegio de la Presentación Sans Façon

Luisa Fernanda Medina Linares.

Jennifer Julieth Lambraño

Estudiantes de Licenciatura en Química, UPN

Guía para el docente

Tópico Generativo

Alimentos transgénicos: la respuesta a una problemática ambiental o una estrategia económica de las grandes superpotencias, consecuencias e implicaciones desde una postura sociocientífica en el aula.

Objetivo General

Fomentar pensamiento crítico y competencias argumentativas hacia las ciencias en las estudiantes del Colegio de la Presentación Sans Façon al abordar el estudio de los alimentos transgénicos como cuestión sociocientífica en el aula.

Objetivos Específicos

- Examinar en diferentes fuentes de información la imagen que se transmite al usuario con respecto a los alimentos transgénicos.
- Propiciar a partir de la controversia que suscita el tema de los OGM espacios de debate y argumentación.
- Acompañar el proceso del estudiante mediante el uso de diferentes instrumentos de observación y evaluación.

Justificación

Con las actividades propuestas en esta UD los estudiantes comprenderán algunas generalidades respecto a los alimentos transgénicos, motivados por la curiosidad hacia algunos alimentos de uso común que tengan tales características y de las cuales no se tenga tal conocimiento; igualmente, sabiendo de qué trata la transgénesis en alimentos los estudiantes podrán argumentar de forma crítica, conceptual o teórica, sus puntos de vista en cuanto a los beneficios y consecuencias de estos alimentos en los seres humanos, e indagarán en compañía del docente en investigaciones ya realizadas profundizando en sus implicaciones socioambientales, económicas y comerciales.

Según los estándares básicos de competencias en ciencias naturales propuestos por el Ministerio de Educación Nacional y dada la interdisciplinariedad del tema, se puede desarrollar esta cuestión en el ciclo cinco -octavo y noveno grado- de escolaridad, ya que se pueden retomar las siguientes temáticas:

Temáticas	Componente personal y actitudinal
<ul style="list-style-type: none">• Genética: función de las proteínas.• Célula y función celular.• Sistemas de reproducción: importancia de la reproducción en la variedad de especies.• Aspectos morfológicos y fisiológicos de las plantas.	<ul style="list-style-type: none">• Reconozco y acepto el escepticismo de mis compañeros y compañeras ante la información que presento.• Reconozco aportes de conocimientos diferentes al científico.• Me informo para participar en debates sobre temas de interés general en ciencias.

Para el diseño de esta UD se retoman las unidades de producción de conocimiento (UDPROCO) como marco de referencia contextual que permite identificar el modelo pedagógico–didáctico, bajo el cual el Colegio de la Presentación Sans Façon orienta el proceso de enseñanza.

La UDPROCO desde la perspectiva personalizante se entiende como un medio pedagógico y metodológico que estimula en las personas cambios que afectan sus estructuras de pensamiento y de valores de manera intencionada, para que como sujeto individual y social avance de manera progresiva hacia estadios de desarrollo intelectual y moral que le permitan conquistar la autonomía y la libertad en orden a la justicia universal (León, 2001).

Descripción de la UD

Actividad	Objetivo	Justificación	Metodología
Prueba de entrada	Identificar las concepciones que los estudiantes poseen respecto a Organismos Genéticamente Modificados (OGM).	Aun cuando en diferentes partes del mundo el tema de los OGM es tema de debate, en Colombia se desconoce; por tal razón, es conveniente para el desarrollo de esta unidad identificar qué tanto están familiarizados los estudiantes con el tema.	Para este cometido se aplica un Test de ideas previas en el cual se plantean cuatro preguntas abiertas en las cuales los estudiantes pueden describir en cada punto su apreciación sobre la cuestión realizada.
De la noticia a la controversia	Aproximar a los estudiantes al tema de los OGM.	El tema de los OGM ha sido objeto de estudio por diferentes organizaciones, en donde cada sector mantiene una postura diferenciada; esta multiplicidad de perspectivas facilita abordar este tema a partir de una noticia, despertando el interés del lector.	Se retoma un artículo encontrado en la red, titulado Biotecnología ¿opción para mejorar la agricultura?, en el cual se describen algunas generalidades de esta técnica.
Debate	Propiciar en los estudiantes espacios de controversia respecto al tema.	El debate permite que los estudiantes desarrollen competencias argumentativas; en esta medida, el tema es en sí mismo un recurso motivador hacia el proceso de enseñanza-aprendizaje de la ciencia.	El debate se realiza en la hora de clase de Química, adicionalmente a este trabajo, los estudiantes deben elaborar un ensayo que soporte el tema preparado.

Conceptualización - Trabajo interdisciplinar	Afianzar los conceptos abordados por los estudiantes respecto a los OGM.
Juego de roles	Dramatizar un rol puntual del proceso emitiendo un juicio crítico y basado en un supuesto teórico.
Evaluación	Apoyar la retroalimentación de la secuencia.
Prueba de Salida	Examinar avances en la argumentación en los estudiantes.

Guía para el estudiante

Objetivo

Analizar cuáles son los usos en la industria alimentaria, las posibles consecuencias y beneficios de la humanidad en el uso de los alimentos transgénicos (OGM).

Metas de comprensión

- Identificar alimentos que hayan sido modificados genéticamente.
- Reconocer la transgénesis en algunos alimentos de uso cotidiano.
- Analizar los efectos secundarios que causan los alimentos genéticamente modificados en los seres humanos.
- Analizar los beneficios para los seres humanos de los alimentos genéticamente modificados.

Actividad de iniciación

Test de ideas previas

Instrumento 1
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
COLEGIO DE LA PRESENTACIÓN SANS FAÇÓN

Este cuestionario está constituido por cuatro preguntas que pretenden identificar tus ideas acerca de los alimentos transgénicos. Las respuestas a las preguntas abiertas deben ser contestadas en los espacios que aparecen inmediatamente después de la pregunta respectiva.

Las respuestas de este cuestionario se deben llevar a cabo en un tiempo máximo de 20 min.

Cuestionario preparado en el marco del Seminario-Taller: unidades didácticas sobre cuestiones sociocientíficas.

1. ¿Qué son los alimentos transgénicos?

2. ¿Para qué se obtienen alimentos transgénicos?

3. ¿Consideras que los alimentos transgénicos son peligrosos para el ambiente?

4. ¿Representan los alimentos transgénicos un riesgo para la salud?

Gracias por su colaboración

Actividades de desarrollo

Actividad No. 1

1. Realiza la lectura del siguiente artículo y desarrolla las actividades propuestas.

Biotecnología, ¿opción para mejorar la agricultura?

En los últimos años los productos orgánicos han tenido auge en la población, ya sea por su forma y sabor o por su nulo contenido de sustancias sintéticas. En tanto, los alimentos modificados genéticamente no son aceptados, pues se cree que pueden causar daño a la salud.

Sin embargo, para el doctor Agustín López Munguía Canales, la combinación de ambas estrategias podría representar una nueva opción de alimentos resistentes a plagas u hongos, mejor contenido nutrimental y, al mismo tiempo, libres de agroquímicos y pesticidas peligrosos para la salud.

El investigador del Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) propone aprovechar ambas estrategias agrícolas para la obtención de mejores productos “Se argumenta que la agricultura orgánica no utiliza agroquímicos, lo cual es una ventaja, pero por lo mismo son cultivos más susceptibles de ataques por insectos, hongos y maleza que pueden tener un riesgo para la producción y la salud de los consumidores, aunado a las pérdidas que las plagas ocasionan”, comentó López Munguía.

A través de la biotecnología es posible diseñar plantas resistentes a plagas específicas, plantas con un mejor perfil nutrimental, con resistencia a la sequía o incluso plantas que puedan contender con los incrementos de temperatura desencadenados por el cambio climático; hay ejemplos de todo esto en diversos países del mundo, y en particular un ejemplo exitoso en México son las siembras de algodón resistente al gusano rosado, que son plantas que han proliferado e introducido en la actividad agrícola.

A pesar de que la biotecnología ha traído beneficios para el sector agrícola e indirectamente para el consumidor, la población tiene una per-

cepción sesgada con respecto a los transgénicos, ya que por lo general sólo se habla de riesgos y muy poco de los beneficios: hace falta un debate científico serio a fin de que la sociedad en general sea informada y pueda analizar sus ventajas y desventajas, expuso López Munguía.

Agencia ID, (14 de febrero de 2012) Biotecnología ¿opción para mejorar la agricultura? En: *El Informador*: <http://www.informador.com.mx/tecnologia/2012/357420/6/biotecnologia-opcion-para-mejorar-la-agricultura.htm>

Actividad en grupo

Comprensión de lectura

1. Realiza un glosario con las palabras desconocidas.
2. Discute con tus compañeros sobre las siguientes preguntas:
 - a. De acuerdo con la lectura ¿Cuáles son los aportes que realiza la ciencia en el tratamiento de plantas y semillas?
 - b. Si fueras parte de la población a la que hace referencia el doctor López Munguía, ¿qué riesgos encontrarías en el uso de transgénicos?
 - c. ¿Aprobarías la venta y distribución de alimentos transgénicos en el supermercado de tu barrio? ¿Por qué?

Actividad No. 2

Revisa con tus compañeros de grupo (máximo cuatro integrantes) la tabla y desarrolla la actividad propuesta:

Alimentos Transgénicos	
A favor	En contra
1. Resistencia a los pesticidas y a las plagas: Los cultivos transgénicos son más resistentes a los pesticidas, por lo que no se contaminan al rociarlos con dichas sustancias. Hay unos tipos de cultivos que sintetizan sus propios insecticidas y otros que soportan el ataque de los insectos y que no necesitan de estos químicos, por lo que no causan enfermedades a los trabajadores que los manipulan ni dañan el suelo.	1. Ética: No sería ético manipular la naturaleza misma de un organismo. Hay quienes consideran que este aspecto de la biotecnología viola el valor intrínseco de un ser vivo, además de que no consideran sano el introducir genes animales en organismos vegetales y viceversa (por ejemplo, existe una variedad de tomates con genes de salmón para hacerla resistente al frío).

Alimentos Transgénicos	
A favor	En contra
<p>2. Plantas y frutos más fuertes: frutos más resistentes a condiciones extremas de temperatura, que demoran más en descomponerse (características ideales para su transporte a otros países) y semillas que no requieren cuidados ni esfuerzos especiales para que crezcan fuertes y sanas.</p>	<p>2. Legalidad: La producción de alimentos transgénicos está íntimamente ligada con el registro de patentes. Muchas empresas que crean un organismo modificado lo patentan para proteger su propiedad intelectual y asegurarse con los beneficios económicos. Esto causaría una situación de virtual monopolio de las empresas dueñas de ciertas semillas y alimentos, dependencia por parte de pequeños productores o países no desarrollados, hasta problemas con tratados comerciales entre naciones. Además, en varios países está en discusión el tema de si los alimentos transgénicos deben o no tener un etiquetado especial que los identifique como tales.</p>
<p>3. Mejor rendimiento: Pueden crearse cultivos con tiempos de maduración más rápidos, incrementando la disponibilidad de alimentos.</p>	<p>3. Salud y medio ambiente: Los transgénicos supondrían un peligro para la biodiversidad a través del riesgo de que haya transferencia no intencional de genes entre especies (como en la polinización cruzada), o por los efectos desconocidos que puedan causar en otros organismos que están en su mismo entorno, como ciertos microbios de los suelos. Además se teme que su consumo cause efectos nocivos en los humanos como alergias, rechazo del organismo a químicos contenidos en los transgénicos o alguna secuela desconocida (aunque aún no existe evidencia científica de este tipo de daño).</p>
<p>4. Mayor aprovechamiento del suelo: Mediante la manipulación genética pueden crearse semillas que crezcan en tierras afectadas por la erosión, falta de agua o concentraciones de minerales que impiden la proliferación de cultivos naturales.</p>	

Tiempo de debatir

1. Elige con tus compañeros de grupo un aspecto de los mencionados en la tabla, ya sea a favor o en contra, y:
 - Elabora un ensayo de 1 hoja en el que expongas las reflexiones más relevantes del aspecto seleccionado.

- Posteriormente, se van a unir los grupos cuyos aspectos son positivos en un equipo, y los restantes en otro; dando inicio al debate. En el cual el profesor será el moderador.
- De los grupos conformados se selecciona por votación cuatro ponentes quienes retoman cada aspecto mencionado en la tabla.
- Cada estudiante tiene 5 minutos para defender su idea y refutarla cuando sea necesario.
- El resto de los estudiantes harán las veces de público, realizando preguntas y aportes al finalizar las intervenciones de los ponentes en el espacio dispuesto para dicho propósito.
- Finalmente dos estudiantes realizan la relatoría del debate, elaborarán las conclusiones de la sesión y las compartirán con la clase.

Actividad No. 3

Actividad 3.1

- Lee con atención el siguiente esquema y describe las características que adquiere una planta al ser modificada genéticamente.

Cómo se fabrican los OGM
Se trata de incorporar en el patrimonio genético de una planta uno o varios genes que aportan una nueva facultad.

OGM: organismo genéticamente modificado

- 1 A partir de una bacteria, se aísla el gen para explorar uno o varias de sus características.
- 2 Se inserta el gen en un fragmento de ADN de otra bacteria.
- 3 El gen se multiplica mediante el cultivo de las bacterias.
- 4 Se fijan copias del gen en micropartículas de metal (generalmente tungsteno).
- 5 Mediante presión de gas se proyectan esas partículas sobre células vegetales. El gen se integra a los cromosomas de algunas células.
- 6 Resultado: la planta posee las facultades deseadas (resistencia a los herbicidas, a los insectos...)

Ejemplo del maíz MON 810: el gen introducido, proveniente de la *Bacillus thuringiensis* (una bacteria del suelo), produce una proteína que lo protege del gusano taladrador.

Peligro de los OGM, se reactiva el debate
Ratas alimentadas durante dos años con un maíz OGM mueren más jóvenes y sufren más frecuentemente de cánceres, según un estudio realizado por investigadores franceses.

9255 GMO
Tumor en una de las 200 ratas alimentadas con un maíz OGM NK603
París solicitará la prohibición de OGM si el peligro se confirma. Brújulas consulte con las autoridades sanitarias de la UE.

Fuente: NIRA. INFORMACIÓN APLICACIÓN LA RAZÓN. Fuente: P. BOLLER, G. B. S. S. S.

Vásquez, W. (21 de septiembre 2012). Cómo se fabrican los OGM. En: *Estudio reactiva la polémica sobre alimentos transgénicos*. Imagen recuperada en: *La razón*: http://www.la-razon.com/mundo/Estudio-reactiva-polemica-alimentos-transgenicos_0_1691830811.html



- ¿Qué interrogantes te surgen a partir del esquema anterior?



Actividad 3.2

- Lee el siguiente artículo y elabora un mapa conceptual (teniendo en cuenta, generalidades, aplicaciones, ventajas y desventajas de los OGM).

¿Qué son los alimentos transgénicos?

Los alimentos transgénicos son aquellos que incluyen en su composición algún ingrediente procedente de un organismo al que se le ha incorporado, mediante técnicas genéticas, un gen de otra especie. Gracias a la biotecnología se puede transferir un gen de un organismo a otro para dotarle de alguna cualidad especial de la que carece. De este modo, las plantas transgénicas pueden resistir plagas, aguantar mejor las sequías, o resistir mejor algunos herbicidas. En Europa no todas las modalidades de transgénicos están autorizadas, sólo algunas pueden ser cultivadas y posteriormente comercializadas.

Los transgénicos, desde su nacimiento, han suscitado mucha polémica. Existen seguidores fanáticos y detractores acérrimos. Por ejemplo, Juan Felipe Carrasco, ingeniero agrónomo y responsable de la Campaña contra los Transgénicos de Greenpeace en España, cree que “la agricultura industrial, la que actualmente se nos vende como aquella que produce alimentos para toda la humanidad, desgraciada-

mente, está produciendo también muchísimos daños irreversibles”. Para Carrasco “no es cierto que la ciencia esté a favor de los transgénicos”, apuntando además que “los que estamos en contra de los transgénicos no estamos en contra de la ciencia del futuro, estamos en contra de la liberación de transgénicos en el medio ambiente”. Para Greenpeace los transgénicos incrementan el uso de tóxicos en la agricultura, la pérdida de biodiversidad, los riesgos sanitarios no están evaluados, etc.

Sin embargo, Francisco García Olmedo, catedrático de Bioquímica y Biología Molecular de la Universidad Politécnica de Madrid, piensa todo lo contrario. “Los transgénicos son la mayor innovación en producción de alimentos que se ha hecho en los últimos 25 años y no ha habido un solo incidente adverso ni para la salud humana ni para el medio ambiente” explicaba durante la última edición de Madrid Fusión 2010.

En cualquier caso, sea cual sea la elección final del consumidor, no está de más saber qué productos contienen organismos modificados genéticamente. Con este objetivo, Greenpeace ha elaborado la “Guía roja y verde de alimentos transgénicos”. En la lista verde se encuentran aquellos productos cuyos fabricantes han garantizado que no utilizan transgénicos ni sus derivados en sus ingredientes o aditivos. En la roja están aquellos productos para los cuales Greenpeace puede garantizar que no contengan transgénicos.

Flores, J. (18 de mayo 2010) ¿Qué son los alimentos transgénicos? En: *Muy interesante*: <http://www.muyinteresante.es/innovacion/alimentacion/articulo/i-que-son-los-alimentos-transgenicos>.

Actividad 3.3

Mini-congreso por la transgénesis en Colombia.

Se llevará a cabo una revisión de las implicaciones sociales, científicas y medioambientales que esta técnica genera. Para esta actividad se dispone de toda la jornada escolar en donde los profesores de biología, química, democracia, filosofía, religión, entre otros interesados, comparten su opinión acerca de la temática (para el desarrollo de esta actividad se les entregará a las estudiantes las lecturas de los anexos 1, 2 y 3 que ayudan a enriquecer las discusiones).

Los estudiantes deben asistir y participar de cada charla; abordándose algunas preguntas como:

- a. ¿Cuáles son los riesgos ambientales y para salud por el consumo de alimentos transgénicos?
- b. ¿Cuál es la importancia de la biotecnología y la ingeniería genética y qué relación tienen con la producción de alimentos transgénicos?
- c. ¿Qué impacto social y económico generan los alimentos transgénicos?
- d. ¿La manipulación genética puede considerarse un riesgo para la biodiversidad de especies vegetales?
- e. Los alimentos transgénicos ¿pueden considerarse una respuesta a la problemática de desnutrición y escases de alimentos?

Actividad No. 4

1. Realiza la siguiente lectura de manera individual

Una etiqueta llamada OGM

Un día una ama de casa fue a comprar tomates y se encontró con dos tipos de tomates; uno de ellos tenía una etiqueta con la sigla OGM (Organismo Genéticamente Modificado).

Al observar esto ella se percató de algunas diferencias como: el tamaño, la textura, el color y, las más notable y llamativa, su bajo precio; lo cual la motivó a escoger dicho tomate dentro de sus compras; luego su hijo de tan solo 12 años le pregunta ¿por qué su bajo precio?, a lo que la madre no sabe que responder. El niño inquieto por saber el porqué de esa diferencia decide preguntarle al supervisor del supermercado quien le responde que el tomate normal es traído de Tunja, de una finca que produce a escala empresarial y artesanal, por su parte, el otro es producido por una multinacional que maneja grandes cantidades para abastecer a las tiendas de todo el país, por lo tanto, produce en serie. El niño algo confundido por la respuesta del supervisor decide averiguar en internet el proceso que se debe tener en cuenta al momento de cultivar un tomate de manera artesanal,

encontrando que primero que todo debe comprar la semilla, adecuar la tierra (abonarla), sembrar la semilla, regarla, cuidarla de los cambios bruscos adicionando plaguicidas e insecticidas; y, ya cuando el tomate esté listo para el consumo, el campesino debe arrancarlo de una mata, empacarlo y luego comercializarlo en su vehículo. Este producto al ser elaborado de manera netamente manual -el cuidado y mano de obra- tiene un valor agregado importantísimo, y al venderse a bajo precio representaría una pérdida en la economía del campesino.

Al comprender el proceso que tiene el tomate artesanal el niño se sintió algo culpable por no haberlo llevado, e intrigado por la marquilla del tomate que compró, le preguntó a su profesora de ciencias sobre el significado de dicha abreviatura. La profesora le explicó el procedimiento que realizaron los científicos (biólogos) para la obtención de dicho alimento y la aplicabilidad que estas técnicas tienen en las grandes industrias, quienes se evitan el costo de plaguicidas, abono y demás y, por ello, ofrecen un bajo costo en el mercado.

Juanito le preguntó a su profesora ¿qué beneficios le trae al mundo este tipo de productos? A lo que ella respondió: Estos OGM tienen una alta resistencia a insectos, mayor rendimiento en los cultivos y cosechas, son resistentes a virus, generan menor contaminación ambiental debido a que no se usan plaguicidas, y producen mayor productividad y ganancia en el mercado. Luego, una compañera de Juanito pregunta acerca de las implicaciones biológicas que tendría en los seres humanos el consumo de estos OGM, a lo que la profesora responde que actualmente no hay evidencia científica y epidemiológica fuerte que sugiera que los Alimentos Genéticamente Modificados -AGM- sean más riesgosos para la salud humana que el resto de los alimentos. Finalmente, la profesora decide llevar en su próxima clase un artículo a los estudiantes donde se exponen las implicaciones ambientales, sociales, biológicas y químicas de los OGM.

Actividad en grupo

- a. Una vez realizada la lectura se organizaran en grupos de máximo cinco estudiantes.
- b. A cada grupo se le asignará un rol de los expuestos a continuación:

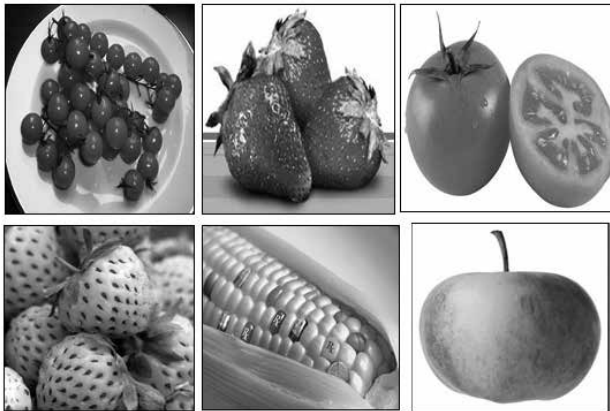


Actividades de finalización

Evaluación

Según el anexo 2, debatir con tu grupo de trabajo lo siguiente:

a. De los siguientes alimentos ¿cuáles crees que son transgénicos?:



Three horizontal lines for writing the answer to the question.

b. ¿Por qué llegas a esa deducción?

c. ¿Qué diferencia encuentras entre un alimento modificado genéticamente y uno No modificado?

d. De acuerdo con las imágenes anteriores ¿qué puedes decir acerca de la utilización de transgénicos en alimentos, teniendo en cuenta las posibles implicaciones sociales, ambientales, biológicas y químicas?

Test de salida.

Instrumento 1

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
COLEGIO DE LA PRESENTACIÓN SANS FAÇÓN

Este cuestionario está constituido por cuatro preguntas que pretenden identificar tus ideas acerca de los alimentos transgénicos. Las respuestas a las preguntas abiertas deben ser contestadas en los espacios que aparecen inmediatamente después de la pregunta respectiva.

Las respuestas de este cuestionario se deben llevar a cabo en un tiempo máximo de 20 min.

Cuestionario preparado en el marco del Seminario-Taller: unidades didácticas sobre cuestiones socio-científicas.

1. ¿Qué son los alimentos transgénicos?



2. ¿Para qué se obtienen alimentos transgénicos?



3. ¿Consideras que los alimentos transgénicos son peligrosos para el ambiente?



4. ¿Representan los alimentos transgénicos un riesgo para la salud?



Gracias por su colaboración

Referencias bibliográficas

Fernández J., y Elortegui, N. (1999). *Cómo hacer unidades didácticas innovadoras*. Sevilla: Diada.

- León, J. (2001). *La unidad de producción de conocimiento (UDPROCO) una mediación pedagógica para la formación en Educación Superior*. Bogotá: ate-Publicaciones.
- Meheut, M., y Psillos, D. (2004). Teaching –Learning sequences: aims ad tools for science education research. En: *International Journal of Science Education*, 26 (5). 515-535.
- Pozo, J. I. y Gómez, M. A. (1998). *Enseñar y aprender ciencias*. Madrid: Morata.
- Stone, M. (1999). *La enseñanza para la comprensión. Vinculación entre la investigación y la práctica*. Editorial Paidós. Barcelona.
- Carr, W., y Kemmis, S. (1988). *Teoría crítica de la enseñanza. La investigación-acción en la formación del profesorado*. Barcelona: Martínez Roca.
- Duit. (2006). La investigación sobre La Enseñanza de las Ciencias: un requisito imprescindible para mejorar la práctica educativa. En: *Revista Mexicana de investigación educativa*, 11(30), 741-770.
- Martínez, L., Peña, D., y Villamil, J. (2007). Relaciones ciencia, tecnología, sociedad y ambiente a partir de casos simulados: una experiencia en la enseñanza de la química. En: *Ciência & Ensino*, número especial. 1-16.
- Torres, N. Y. (2011). Las Cuestiones Sociocientíficas: una Alternativa de Educación para la Sostenibilidad. En: *Luna Azul*, 32, 9-14.

Anexos

Anexo 1

Biotechnología, ingeniería genética y transgénesis

Biotechnología ¿Qué es la biotecnología?

En la actualidad, el conocimiento avanza a pasos agigantados y la mayor velocidad se ha alcanzado, fundamentalmente, en la segunda mitad del siglo pasado y comienzos del actual. Las primeras impactantes aplicaciones de los nuevos conocimientos biológicos se han visto en el campo médico y farmacéutico; pero, ahora también se están evidenciando tanto en la producción de alimentos, como en la industria elaboradora de ellos. Todo ello está cambiando a gran velocidad.

Sin lugar a dudas, todas estas nuevas aplicaciones acarrearán profundos cambios en las estructuras sociales y económicas del mundo actual, al dejar obsoletos muchos de los métodos productivos y de comercialización actuales. En el futuro probablemente cambiarán las estructuras de poder a favor de aquellos que sean capaces de generar y utilizar eficientemente estos nuevos conocimientos, en desmedro de otros que irán quedando rezagados.

En primer lugar, y de acuerdo al art. 2 del *Convenio sobre Diversidad Biológica*, la biotecnología se trata de “...toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos”.

Por otro lado, la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) la define como la aplicación de principios científicos y de ingeniería en el procesamiento de material biológico para proveer bienes y servicios.

De acuerdo a la Real Academia Española, por biotecnología se entiende el “empleo de células vivas para la obtención y mejora de productos útiles, como los alimentos y los medicamentos” y el “estudio científico de estos métodos y sus aplicaciones”.

Ingeniería genética. Aspectos generales

En el núcleo de cada célula, cualquiera que ella sea (animal o vegetal), como un verdadero ultra computador con su respectivo código (genético), está contenida toda la información necesaria para el normal funcionamiento de ella, para que se desarrolle y se diferencie, para que madure, para que envejezca y por último también para que muera. Toda esa información está contenida en una larga molécula llamada ácido desoxirribonucleico (ADN). Esta misma molécula es la que transmite la información cuando una célula se divide y se multiplica.

El ADN guarda la información mediante un código. La información que contiene el ADN se implementa a través de traducirse en la síntesis de una proteína.

Principios biológicos

El primer principio biológico es que el origen de la vida de todos los seres vivos de la tierra es común. Esto significa que el ADN está en todas las células vivas de la tierra, sean estas bacterias, vegetales, insectos, animales e, incluso, el hombre.

Es decir, que si se extrae un gen de una planta y se logra introducirlo al núcleo de una célula de otra planta, este se va a expresar como una proteína de la planta de origen. Pero no sólo se puede transferir un gen de una planta a otra, sino que también se puede extraer un gen de una bacteria y se puede transferir a una planta y también se expresará. También se puede sacar un gen de un animal o del hombre y transferirlo a una planta.

El segundo principio biológico es que cada célula de una planta o de un animal, en su ADN contiene la información total para volver a producir la planta o el animal completo (clonación).

Concepto de Ingeniería Genética

Se trata de una aplicación de la biotecnología, consiste en el aprovechamiento de los principios recién mencionados para conseguir plantas o animales modificados genéticamente, de modo que expresen genes que no les pertenecen o que sobre expresen un gen que le pertenece o, por último, lograr que se inhiba la expresión de un

gen que se quiere eliminar. Es un sistema, un camino para mejorar la biotecnología.

Se dice también que es el proceso en el que los genes son transferidos de una especie a otra, algo imposible en el proceso natural de reproducción sexual. Se habla de transferir genes de peces a plantas, de animales a bacterias o de humanos a cualquier especie no humana.

Por otra parte, la Real Academia Española se refiere a ella como “la tecnología de la manipulación y transferencia del ADN de unos organismos a otros, que posibilita la creación de nuevas especies, la corrección de defectos génicos y la fabricación de numerosos compuestos útiles.”

Transgénesis

La transgénesis consiste en pasar un “gen” de un animal, vegetal o ser humano a otro animal o vegetal con el fin de incorporarle la característica determinada que proporciona ese “gen”, el cual se puede ir heredando a sus descendientes. Por ejemplo, compartirle a otro ser vivo un “gen” que le dé un color o tamaño determinado; o para acelerar el crecimiento o aumentar el peso. Lo que se obtiene es un producto transgénico, por ello al producto se lo llama Organismo Genéticamente Modificado (OGM), o, simplemente, transgénico.

Correa, G. A. (2007). Biotecnología, ingeniería genética y transgénesis. En: *Alimentos transgénicos*. Recuperado y adaptado de: www.biotech.bioetica.org; http://www.biotech.bioetica.org/i5.htm#_Toc76700925

Anexo 2

Riesgos ambientales y para la salud por el consumo de alimentos transgénicos

Riesgos ambientales

- A corto, medio y largo plazo, incremento de la contaminación química (ej. con las plantas tolerantes a un herbicida, el agricultor puede usar grandes cantidades de ese herbicida).
- Contaminación del suelo por acumulación de la toxina Bt.
- Posibilidad de cruzamientos exteriores que podrían dar lugar, por ejemplo, al desarrollo de malas hierbas más agresivas o de parientes silvestres con mayor resistencia a las enfermedades, o provocar tensiones ambientales, trastornando el equilibrio del ecosistema.
- Pueden crearse nuevos virus y aumentar la resistencia de los virus naturales.
- Contaminación genética por polinización cruzada: si los cultivos convencionales y los transgénicos no están separados por grandes distancias, la modificación genética acaba encontrándose en las plantas del campo convencional que se polinizan mediante el viento, los insectos, las aves, etc.
- Modificar los efectos de los pesticidas que pueden atacar a organismos contra los que no estaban diseñados.

Desaparición de biodiversidad:

- Por el aumento del uso de productos químicos (efectos sobre flora y fauna).
- Por las toxinas fabricadas por las plantas (matan a insectos beneficiosos o pájaros).
- Por la contaminación genética: Se puede transmitir la modificación genética a especies silvestres emparentadas con la planta transgénica. La contaminación genética tiene la capacidad de reproducirse y expandirse (son seres vivos). Una vez en el medioambiente la contaminación no se puede “limpiar” nunca.

Los efectos de los transgenes en las plantas silvestres son absolutamente imprevisibles.

Riesgos para la Salud

a) Humana

Dado la falta de estudios extensivos y regulares sobre los posibles efectos negativos para la salud humana, se podría caer en una subestimación de las consecuencias que los OGM podrían causar sobre el hombre y otros animales, especialmente, cuando los mismos (como la soja, el maíz, etc.) entran en la cadena alimenticia. Hasta el momento el único riesgo cierto y probado es el de posibles efectos alergénicos.

Algunos de los potenciales riesgos podrían ser:

- Incremento de la contaminación en los alimentos por un mayor uso de productos químicos.
- Aparición de nuevos tóxicos en los alimentos (por ej. debidos a los cultivos Bt).
- Aparición de nuevas alergias por la introducción de nuevas proteínas en los alimentos.
- Inactivación de sustancias nutritivas valiosas en los alimentos.
- Resistencia de las bacterias patógenas para el hombre a los antibióticos y reducción de la eficacia de estos medicamentos para combatir las enfermedades humanas.
- Herbicidas como el Bromoxynil pueden llegar a causar cáncer en humanos. Debido a que este producto es absorbido por vía dermatológica, es probable que presenten riesgos a los agricultores.

b) Animal

- Cambios en la proporción metabólica. La introducción de hormonas de crecimiento rápido en peces puede favorecer al pez transgénico en la competencia por el alimento, los sitios de reproducción, etc.
- Cambios en la tolerancia a los factores físicos. El aumento, por ejemplo, de la resistencia a los cambios de temperatura puede

extender el hábitat e incrementar la competencia con las especies nativas.

- Cambios en el comportamiento, en la migración, la unión y el dominio del territorio.
- Cambios en el uso de los recursos alimenticios que implicarían nuevas preferencias y presas.
- Cambios en la resistencia a parásitos y patógenos.
- La invasión de los ecosistemas por peces transgénicos dotados de ventajas competitivas podría alterar de forma drástica cadenas tróficas y equilibrios fundamentales para la riqueza biológica y estabilidad ecológica de todo el planeta.

Correa, G. A. (2007). Biotecnología, ingeniería genética y transgénesis. En: *Alimentos transgénicos*. Recuperado y adaptado de: www.biotech.bioetica.org: http://www.biotech.bioetica.org/i5.htm#_Toc76700925

Anexo 3

Impacto social, económico y comercial generado por los cultivos transgénicos

El impacto de los transgénicos a nivel social, económico y comercial puede verse desde la mira de algunos beneficios producidos, no obstante, es inevitable analizar las desventajas.

Las grandes empresas que desarrollan y comercializan los OGM están patentando el material genético de los seres vivos, que más bien debería considerarse como patrimonio de la humanidad. Están creando un monopolio sobre la agricultura y la alimentación mundial, en un modelo de sociedad donde unos pocos realizan beneficios a costa del interés de la mayoría, y donde se exacerban las diferencias entre pobres y ricos.

Es importante tener en cuenta que si bien el uso de la ingeniería genética en la agricultura puede aumentar la producción, también puede reducir el empleo, por ejemplo, el hecho del encarecimiento de las semillas y la necesidad de comprar insumos importados, serían un factor más para la desaparición de los agricultores familiares.

La introducción de los OGM en la agricultura crea el monopolio de unas pocas multinacionales -básicamente de EE.UU.- sobre la producción de alimentos, lo que pone en peligro la soberanía de los pueblos y de los países.

Procedimiento de aprobación de la producción de alimentos transgénicos

Se deben cumplir con los siguientes requisitos:

- Permiso para la realización de pruebas en invernadero.
- Autorización para pruebas a campo bajo con estrictos requisitos de bioseguridad.
- Análisis de las evaluaciones de impacto sobre el ambiente, la salud humana y animal, con la participación del SENASA.

- Evaluación respecto a la conveniencia de su comercialización para evitar impactos negativos sobre las exportaciones -llevada a cabo por la Dirección Nacional de Mercados Agropecuarios-.
- Permiso de comercialización.

Luego se deben cumplir con las exigencias del Instituto Nacional de Semillas para la inscripción en el Registro Nacional de Cultivares y en el Régimen de Fiscalización.

Para obtener el permiso de comercialización correspondiente los materiales deben cumplir con los requisitos que son competencia del Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA). En cuanto a su evaluación para uso alimentario, humano y animal deben contar con el dictamen técnico de la Dirección Nacional de Mercados Agroalimentarios en relación a la conveniencia de la comercialización del OGM, de manera tal que se puedan evitar potenciales impactos negativos en las exportaciones.

Correa, G. A. (2007). Biotecnología, ingeniería genética y transgénesis. En: *Alimentos transgénicos*. Recuperado y adaptado de: www.biotech.bioetica.org: http://www.biotech.bioetica.org/i5.htm#_Toc76700925

Información de los autores

Diana Pilar Villamizar Fúquene

Licenciada en Química y Magíster en Docencia de la Química por la Universidad Pedagógica Nacional. Actualmente es profesora de medio tiempo de la Facultad de Ingeniería Agroecológica de la Corporación Universitaria Minuto de Dios y docente de Química de tiempo completo en el colegio de la Presentación Sans Façon. Tiene experiencia y publicaciones nacionales e internacionales en el área de *Didáctica de la Química* y *Estudio del Contenido Curricular en Química* (CDCCQ).

Luisa Fernanda Medina Linares

Bachiller académico de la Institución Educativa Misional Santa Teresita en Tumaco-Nariño. Actualmente cursa noveno semestre de Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional. Realizó su práctica pedagógica en el Gimnasio Fontana y ha participado como ponente en el primer foro de *Experiencias didácticas sobre cuestiones sociocientíficas* realizado por el grupo de investigación ALTERNACIENCIAS. Asimismo, ha publicado un artículo en el marco del espacio académico “Historia y epistemología de la ciencia”, titulado: *Análisis histórico-epistemológico de la estructuración de la química orgánica a partir de la formulación de las teorías dual y unitaria*.

Jennifer Julieth Lambraño López

Estudiante de noveno semestre de la Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional. Participó como ponente en congresos nacionales como: III Congreso Nacional de Investigación en Educación en Ciencias y Tecnología-Educyt; II Congreso Iberoamericano en Investigación en Enseñanza de las Ciencias-CIIEC -del proyecto de investigación: “Una aproximación a la investigación en el programa de Licenciatura en Química”- y en el Congreso de Investigación y Pedagogía de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia con el trabajo denominado *Tics en la enseñanza de las ciencias: una mirada desde las percepciones de estudiantes y profesores*. Asimismo, ha hecho parte del Seminario-Taller: Unidades Didácticas Sobre Cuestiones Sociocientíficas y del Semillero de investigación *Didagokhemia* de la Universidad Pedagógica Nacional. Fue monitora

de investigación en el proyecto “Cuestiones Sociocientíficas en la formación de profesores: discurso y enseñanza” realizado en la Universidad Pedagógica Nacional con el grupo de investigación ALTERNACIENCIAS.

¿Es válida la experimentación con animales con el fin de permitir el avance de la ciencia?

Brigith Nieto Nausa

Profesora Colegio Enrique Olaya Herrera

Diana Zulay Huertas Ortiz

Leidy Lorena Ríos Cristancho

Manuela Alfaro Moreno

Estudiantes de Licenciatura en Química, UPN.

Introducción

Con el desarrollo de la UD sobre la experimentación con animales se busca que los estudiantes tengan una postura crítica y argumentada, además de generar conciencia social sobre la importancia de estar informados y de entender cómo los desarrollos científicos y tecnológicos afectan, de una u otra forma, a los seres vivos, animales vertebrados y al hombre mismo. Asimismo, pretende aproximar a los estudiantes a la concepción del ambiente como un medio de vida en el que el fundamento de la relación hombre-naturaleza es de orden ético, de acuerdo con ciertos valores ambientales.

La UD se implementó en el Colegio Enrique Olaya Herrera Institución Educativa Distrital, la cual se encuentra ubicada en el barrio Country Sur de la localidad Rafael Uribe Uribe de Bogotá, cuenta con cobertura en edu-

cación preescolar, básica y media y una articulación con el SENA en las dos jornadas. Los participantes en el desarrollo de la UD fueron 30 estudiantes de grado octavo de la jornada de la mañana, los cuales se encuentran en un rango de edades entre los 13 y 16 años de edad. Se seleccionó esta población ya que una de las docentes que participó en el diseño de la UD es docente titular en este grado escolar.

La misión del colegio Enrique Olaya Herrera está comprometida con la formación de personas integrales y de excelencia, con sentido humanista, competentes, creativas, éticas, autónomas y críticas, que sean líderes y protagonistas del cambio económico, político y social del país. Así esta UD se puede fundamentar también desde las competencias básicas del Olayista, por ejemplo, la relacionada con la ética como la capacidad de formación de juicios, de toma de decisiones y de interacción en torno a intereses significativos que buscan el bien común. Además, el plan de estudio del colegio permite la interdisciplinariedad donde se integran diferentes áreas de conocimiento como ciencias sociales, ciencias naturales y educación ética, permitiendo el abordaje de la UD en el enfoque CTSA.

Una de las principales causas por las que se practica la experimentación científica con animales, es buscar la cura de enfermedades a través de la síntesis y uso de medicamentos, para analizar el efecto de los mismos en el ser humano. No obstante la experimentación con animales no solo se da para beneficios de la salud, esta práctica también es usada para la creación de armas y cosméticos. Cuando los animales son utilizados con este fin se llega a una controversia ética, pues están quienes apoyan dichas experimentaciones pensando en posibles beneficios para la humanidad, sin tener en cuenta las consecuencias que trae a los animales, y están quienes defienden los derechos de los animales.

Los experimentos que se realizan con animales constan, entre muchos otros procedimientos, en inyectar virus en animales y alterar su material genético. La lista de experimentos a los que son sometidos no tiene fin, constantemente, surgen nuevas sustancias que serán testeadas en sus cuerpos, nuevas combinaciones de variables cuyos efectos desean comprobarse sobre ellos, nuevas técnicas e hipótesis a demostrar.

Orientaciones para el profesor

La presente UD ha sido elaborada por una profesora en ejercicio y tres profesoras en formación, para el uso de estudiantes y profesores que quieran implementar nuevos materiales en el desarrollo de sus clases, además, permite orientar la planeación de la enseñanza.

El desarrollo metodológico de la UD se presenta en tres secuencias de las cuales solo se implementó la primera, quedando planteadas las dos restantes para posterior elaboración.

La primera secuencia didáctica presentada aquí tiene una actividad de iniciación, de desarrollo y de finalización, con las que se abordó la cuestión sociocientífica “¿Es válida la experimentación con animales con el fin de permitir el avance de la ciencia?” A través de las lecturas propuestas, el juego de roles, el debate, la argumentación y la elaboración de posters, entre otras actividades, se posibilita que el estudiante cree una posición crítica, tome decisiones y comprenda los problemas desde lo científico, social, ético y moral.

El acompañamiento del profesor durante el desarrollo de la UD es fundamental por cuanto sirve de apoyo a los estudiantes aclarando dudas, profundizando y relacionando temas ya vistos en clase, contextualizando, orientando y valorando permanentemente el trabajo y aportes de los estudiantes.

Orientaciones para el estudiante

La UD permite al estudiante la construcción de conocimiento y su formación integral a partir del desarrollo de la cuestión sociocientífica ¿es válida la experimentación con animales con el fin de permitir el avance de la ciencia?, con la que se han elaborado una serie de actividades como: lecturas, juego de roles, elaboración de posters, en las que el estudiante debe asumir una postura, a través del debate y la argumentación, posibilitando la creación de una posición crítica, la toma de decisiones y la comprensión de los problemas desde lo científico, social, ético y moral.

Durante el desarrollo de la secuencia se valora en los estudiantes el respeto por las opiniones de los demás compañeros, la argumentación, el debate, la participación y el compromiso durante su desarrollo.

Objetivos de la unidad didáctica:

- Identificar las ideas previas de los estudiantes frente a la experimentación con animales.
- Promover el respeto por las posturas entre los estudiantes en el marco del desarrollo de la unidad didáctica.

Objetivo de enseñanza:

- Caracterizar las diferentes opiniones que tienen los estudiantes ante la experimentación con animales.
- Conocer las posturas de diversas entidades de la sociedad (Asociación Defensora de Animales, Congreso de Colombia, Universidad Nacional, Periódico local) sobre la experimentación con animales.

Actividad de iniciación

Preconceptos: Para esta actividad se utiliza una sesión de 50 minutos donde se realiza una lluvia de ideas guiadas por las siguientes preguntas:

- ¿Conoces para qué se lleva a cabo la experimentación con animales?
- ¿Consideras que los animales sufren cuando se experimenta con ellos? Argumenta tu respuesta.
- ¿Conoces cómo prueban las industrias los cosméticos, los productos de aseo personal y algunas medicinas antes de que sean usadas por el ser humano? Argumenta tu respuesta.
- ¿Cómo sabe la sociedad que un producto que va a ser utilizado por el ser humano no es perjudicial para él?
- ¿Es legal en nuestro país experimentar con animales?

Actividad de desarrollo

Reflexión sobre diferentes lecturas. A partir del análisis de las lecturas relacionadas más adelante se conocen las posturas de diferentes actores sobre

el uso de animales en la experimentación científica. La actividad se lleva a cabo organizando el curso en cuatro grupos (cada grupo trabajara con una lectura) y se elabora un periódico mural por cada grupo. Esta actividad se realiza en una hora y cuarenta minutos.

Lecturas

- **Congreso de Colombia:** Ley 84 de 1989, capítulo cuatro: del uso de animales vivos en experimentos e investigación.

CAPITULO V: Del sacrificio de animales.

Artículo 17. El sacrificio de un animal no destinado al consumo humano sólo podrá realizarse mediante procedimientos no sancionados por esta Ley en el capítulo anterior y que no entrañen crueldad, sufrimiento o prolongación de la agonía y únicamente en razón de las siguientes circunstancias:

- a) Para poner fin a intensos sufrimientos producidos por lesión o herida corporal grave o enfermedad grave e incurable cualquier otra causa física irreversible capaz de producir sufrimiento innecesario;
- b) Por incapacidad o impedimento grave debido a pérdida anatómica o de función de un órgano o miembro o por deformidad grave y permanente;
- c) Por vejez extrema;
- d) Cuando se obre en legítima defensa actual o inminente, propia o de un tercero;
- e) Cuando razonablemente se obre en estado de necesidad o peligro inminente;
- f) Por constituir una amenaza cierta o inminente para la salud pública o de otros animales;
- g) Por constituir una amenaza para la economía o la ecología o cuando por exceso de su población signifique peligro grave para la sociedad. El sacrificio de animales comprendidos en las circunstancias de este literal, requiere la autorización previa de la entidad administradora del recurso, conforme a la Sección 4a. del Decreto 1608 de 1978 titulado “caza de control”;

- h) Por cumplimiento de un deber legal;
- i) Por cumplimiento de orden legítima de autoridad competente;
- j) Con fines experimentales, investigativos o científicos pero de acuerdo con lo estipulado en el capítulo quinto de éste estatuto.

Artículo 18. No es culpable de la muerte de un animal, quien obre en desarrollo de las causales de inculpabilidad, que son las siguientes:

- a) Realizar la acción u omisión por caso fortuito o fuerza mayor;
- b) Obrar bajo insuperable coacción ajena;
- c) Realizar el hecho con la convicción errada e invencible de que se está amparado por una causal de justificación de las descritas en el artículo anterior;
- d) Obrar con la convicción errada e invencible de que no concurre en la acción u omisión alguna de las exigencias necesarias para que el hecho corresponda a su descripción legal. Si el error proviene de culpa el hecho será punible únicamente cuando la Ley lo hubiere previsto como culposo.

Artículo 19. Las causales de justificación e inculpabilidad descritas en los artículos anteriores se aplicarán a cualquier acto u omisión descrito en éste estatuto.

Artículo 20. El sacrificio de animales destinados al consumo humano deberá realizarse mediante procedimientos no sancionados por esta Ley en el capítulo anterior y de acuerdo con las posibilidades tecnológicas de cada matadero.

Artículo 21. El sacrificio en matadero de animales destinados al consumo, deberá realizarse en los términos del artículo anterior, de acuerdo con las normas sanitarias pertinentes y en correspondencia con las condiciones propias de cada municipio o localidad, evitando el deterioro, desperdicio o pérdida de calidad de su carne y pieles por maltrato involuntario.

Artículo 22. La violación de lo dispuesto en éste capítulo será sancionada con multa de dos mil (\$ 2.000.00) a treinta mil pesos (\$30.000.00), sin menoscabo de otras normas que sean aplicables.

- **Periódico el espectador.com: ¿animales víctimas o héroes de la ciencia?**

El caso Patarroyo reabre en el país el debate sobre la experimentación con seres vivos. Científicos colombianos critican proyecto del Partido Verde que busca regular el tema.

Poner de acuerdo a la comunidad científica y a las asociaciones protectoras de animales no ha sido un asunto sencillo, ni en Colombia ni en otros rincones del mundo. El viejo debate se reabrió en el país a raíz de la decisión del Tribunal Administrativo de Cundinamarca de suspenderle el permiso para cazar monos nocturnos al científico Manuel Elkin Patarroyo, quien los empleaba en su búsqueda de una vacuna sintética contra la malaria.

La decisión del ente coincide con el proyecto de ley que radicó en noviembre de 2011 el senador Jorge Londoño, del Partido Verde, y que será debatido después del 20 de julio. La propuesta busca reformar el Estatuto Nacional de Protección de los Animales (Ley 84 de 1989), que, junto con la resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud, constituyen las normas que han regulado el tema en el país.

Entre sus objetivos está el de prohibir el uso de animales con fines de enseñanza y aprendizaje, además de fomentar la utilización de modelos alternativos de investigación y experimentación en centros educativos que requieran de especies vivas. Pero esto, según Juan Gonzalo López Casas, director general del Instituto Nacional de Salud (INS), “afectaría la docencia y la investigación biológica y biomédica, pues son áreas que necesitan de la utilización de animales de laboratorio en la búsqueda de conocimiento”.

Frente a la propuesta, son varios los investigadores que han solicitado modificaciones en algunos de los artículos, sin obtener respuesta. Zulma Dueñas, especialista en fisiología del Departamento de Medicina de la Universidad Nacional, ha enviado, por ejemplo, varios comentarios señalando las “graves falencias” que, según ella, tiene la norma. Para Dueñas el principal problema es que “la ley no fue formulada por especialistas en el tema, y es de ahí de donde surgen vacíos”.

De igual manera piensa Gonzalo Andrade, profesor asociado al Instituto de Ciencias Naturales de esta universidad, quien tras reunirse

una primera vez con los representantes del senador Londoño acordó, junto a otros colegas, discutir nuevamente la ley antes de que sea radicada. Sin embargo, el senador no se volvió a pronunciar.

Para Adolfo Amézquita, profesor especialista en comportamiento y fisiología animal de la Universidad de los Andes, la aprobación de la ley tendría, además de la parálisis de la investigación científica en Colombia, otro efecto evidente: que muchos científicos del tema entrarían en la ilegalidad.

Y aunque la ley está acorde con los intereses de los protectores de animales, algunos de ellos no se muestran satisfechos. Es el caso de Aníbal Vallejo, presidente de la Sociedad Protectora de Animales de Medellín, para quien “no es una cuestión de normas sino de conciencia, porque la legislación siempre va a ser incompleta, pues hay intereses personales y mercantilistas de por medio. Ejemplo de ello son las universidades”.

¿Cómo tratar a los animales?

Ya que para la investigación biomédica la manipulación científica de animales es casi una necesidad, la pregunta que surge es cómo hacer investigación de tal manera que prime el buen trato a las especies utilizadas.

Juan Gonzalo López, presidente del INS, asegura que la mejor manera de evitar el maltrato de los animales “es que todas las instituciones que desarrollan actividades que involucran uso de vertebrados, implementen un comité de ética —tal y como lo dice la Ley 84 de 1989— que se encargue de asesorar, evaluar y vigilar los asuntos relacionados con el bienestar y cuidado de los animales”.

Es justo ese el procedimiento que sigue Luz Helena Cano, directora del grupo de micología de la Corporación para Investigaciones Biológicas (CIB). “Nosotros sustentamos los proyectos ante el comité de ética, que evalúa el cumplimiento de los requisitos, y siempre hay una exigencia de examinar otros mecanismos”.

Según Cano, la manipulación de animales debe ser el último recurso al que apelar. “Primero se debe analizar la posibilidad de hacerlo con nuevo software que simulan el organismo del animal, y luego se debe estudiar si es posible hacer los experimentos con células. Si no, cada vez que se utilice un animal, debe hacerse bajo el efecto de anestesia”, asegura la especialista.

Sin embargo, Francisco González, administrador del bioterio de la Universidad Icesi, afirma “que las nuevas tecnologías en las que no se utiliza el animal aún no se emplean en Colombia”, aunque también asevera que hay ocasiones en las que es indispensable trabajar con el animal vivo.

Lo importante, según González, es seguir el principio de las tres R, un concepto aceptado en el mundo científico, que considera tres fundamentos: refinanciamiento de las técnicas con animales, reducción de especies utilizadas y reemplazo de animales conscientes por inconscientes.

Más impedimentos para investigar

Más allá del debate generado por el uso de animales, las dificultades para iniciar investigaciones científicas en temas de biodiversidad no se limitan a esta discusión.

Una de las principales, según Gonzalo Andrade, es la falta de permisos y contratos que otorga el Ministerio del Medio Ambiente. “El ministerio ha concedido 46 permisos para investigación en 15 años, cuando hay más de 500 proyectos. El promedio para obtener un permiso es de 3,5 años”, afirma Andrade, quien todavía no ha obtenido una respuesta a la iniciativa que presentó a la entidad desde abril para que el permiso no sea un requisito cuando el fin es científico.

Simuladores virtuales

En Estados Unidos se han desarrollado alternativas que pretenden reducir la utilización de animales en las investigaciones. De acuerdo con Pedro Mejía, investigador asociado de la Universidad de Harvard, “en lo que se refiere a la enseñanza, el 95% de las escuelas de medicina en EE.UU. utilizan sofisticados simuladores virtuales como alternativa a la experimentación animal, aunque no exista una ley que obligue su uso”.

Mejía asegura que, “a pesar de los avances, infortunadamente no existe ningún otro sistema en el cual se puedan hacer estudios que integren toda la complejidad e interacciones que se llevan a cabo en un organismo viviente.

Ataques terroristas en los laboratorios

La defensa de los derechos de los animales ha llevado a algunos grupos de activistas a cometer acciones criminales contra investigadores y centros de investigación en distintos países del mundo.

Tal es el caso de lo sucedido en 1987, cuando un incendio en un laboratorio veterinario de la Universidad de California Davis, atribuido al grupo *Animal Liberation Front* (Frente de Liberación Animal), destruyó todas las instalaciones y causó daños de 3,5 millones de dólares.

Este grupo, según sus voceros, funciona bajo un modelo de “células” que actualmente operan de forma clandestina en al menos 35 países. “Por esto es por lo no puede ser destruido, no puede ser infiltrado, no puede ser parado”, sentenció en algún momento uno de sus principales líderes.

Silva, S.N. (14 de julio de 2012). Animales: ¿Víctimas o héroes de la ciencia? En: *El Espectador*: <http://www.elespectador.com/noticias/actualidad/vivir/animales-victimas-o-heroes-de-ciencia-articulo-359807>

- **Periódico Universidad Nacional de Colombia: sacrificio con-sentido**

Mascotas y animales callejeros, son sacrificados en vano ante la falta de conocimiento y aplicación de las técnicas y procedimientos exigidos a nivel internacional para la investigación biomédica en el país. La Red de Bioética y el grupo de Reactivos Biológicos del Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional, han abordado el tema desde las perspectivas ética y biológica ante la ausencia de una política institucional clara que promueva el uso de los animales de laboratorio como seres que sienten dolor, deben ser objeto de reflexión ética.

Gracias a la astucia y a la obediencia de Noé, quién, por mandato divino, alojó en su arca a una pareja de cada una de las especies animales de los tiempos bíblicos, el hombre ha vencido parcialmente la soledad y ha desarrollado eficaces medicinas contra su propio dolor.

Sin embargo, esta generosidad, pocas veces encuentra reciprocidad en el ser humano. El auxilio que bajo condiciones controladas han

prestado los animales a innumerables investigadores de las ciencias biomédicas en todo el mundo, no ha bastado para concientizar a un amplio segmento de la población científica local, sobre la importancia de cumplir estrictamente con las normas éticas y legales que regulan la investigación con modelos de experimentación animal.

No sobra recordar que el desarrollo, producción y control de animales de laboratorio, han permitido la identificación del ciclo de enfermedades como la malaria (gracias a las palomas), el estudio de la virosis (muy similar en aves y humanos), para no hablar de los aportes de ratas, cobayos y conejos en la identificación de múltiples patologías que afectan al hombre. Todo, debido al uso pleno de nuestros “compañeros de creación”, como reactivos biológicos, desde hace más de cien años. Un aporte a la dignidad humana, que poco se revierte en la dignidad del animal.

En este sentido, la profesora de la red de bioética de la Universidad Nacional, Carmen Alicia Cardozo, señala el escaso avance en la aplicación de las normas técnicas y sanitarias para la experimentación con animales, desde el diagnóstico elaborado hace cuatro años por la red: “Para el año 2000, el 90% de las instituciones del país que manejaban animales experimentales, desconocían el contexto mundial y las prioridades que existían para el mejoramiento de las condiciones ambientales de los modelos animales, no solo desde las perspectiva ética y biológica, sino incluso legislativa; por lo cual Colombia no ha podido ser competitiva en el tema”.

Si bien hoy se han logrado algunos avances, como lo formula la docente AfifeMrad de Osorio, la situación está muy lejos de ser aceptable: “Algunas universidades que trabajan con animales de laboratorio, ni siquiera tienen bioterio para alojarlos adecuadamente y la mayoría de los 26 existentes en Bogotá, carecen de la tecnología necesaria para alcanzar la calidad óptima del animal, en cuanto humedad, luz y condiciones ambientales, factores que influyen decididamente en la obtención de modelos útiles para el desarrollo de la investigación biomédica”.

Además, corroborando el estudio adelantado por el Instituto de Biotecnología de la Universidad, para el año 2000, son escasos los avances en monitoreo y control sanitario, crío preservación (congelación)

miento de tejidos y células para su reactivación biológica primaria), y monitoreo genético, claves para garantizar la validez y reproducibilidad de investigaciones donde se utilicen modelos animales. Estas falencias delatan problemas a niveles de infraestructura, formación de personal y, por ende, de calidad de los modelos.

Y es que cualquier animal, cuyo destino esté ligado a la experimentación, requiere de condiciones ambientales: temperatura, ventilación y humedad; fisicoquímicas: iluminación, niveles controlados de ruido o presencia de contaminantes; y nutricionales, para que su respuesta ante el experimento sea válida, a la luz de una investigación biomédica.

Se tiende a creer, por ejemplo, que para desarrollar una vacuna en monos, lo más adecuado es respetar su hábitat natural, pero, como argumenta la profesora Cardozo, “para que pueda ser considerado un simio apto como modelo experimental, todas las condiciones medioambientales deben estar definidas, al igual que las genéticas, las colonias deben ser homogéneas. Si el mono un día tiene frío y al día siguiente le da calor, el cambio en la respuesta de su sistema inmunológico, invalida la prueba, por que el animal está respondiendo a su adaptación externa y no a la pregunta hecha por la vacuna”.

Así, el concepto de reactivo biológico (el animal con su genética y medio definido totalmente) es clave y se relaciona con la respuesta del modelo experimental ante los estímulos propios del estudio que se adelante con éste. En consecuencia, una rata corriente, que ha recibido tóxicos y venenos, no reacciona igual ante una determinada sustancia que un congénere habituado a las condiciones controladas de un bioterio -sala de experimentación animal con un ambiente definido-. “Este criterio biológico no ha sido entendido plenamente en nuestro medio”.

La utilización de los modelos de experimentación en investigaciones biomédicas, ha incidido en el aumento de la esperanza de vida en 25 años para los seres humanos en el último siglo concluye la profesora Cardozo.

El animal sujeto de derechos

La preocupación por el sufrimiento animal ha servido para impulsar la creación de comités de bioética, en las diferentes institucio-

nes que trabajan con este tipo de experimentación. Estos grupos interdisciplinarios, deberán encargarse de vigilar que las prácticas de experimentación estén acordes con los preceptos éticos que defienden el respeto por los animales, que en palabras del filósofo australiano Peter Singer, como seres que sienten, debemos tener en cuenta su dolor. Además deberán cerciorarse que el uso del animal sea imprescindible, su selección adecuada y el diseño metodológico para adelantar la experimentación sea el apropiado.

En la parte legislativa, además de los acuerdos que ha suscrito Colombia, la Ley 84 del 27 de diciembre de 1989, protege al animal contra el sufrimiento y dolor causado por el hombre. Aunque suene a letra muerta, esta ley recoge los preceptos éticos que, desde hace más de 50 años, han sido establecidos por ilustres pensadores, preocupados por la naturaleza del dolor animal. Especialmente las “Tres R”, de Russel y Bursh: reemplazar el modelo animal; reducir su número; y refinar los procedimientos experimentales.

Cabe anotar que estos preceptos y los acuerdos mundiales en los que reposa su filosofía, aplican no solo para animales utilizados como modelos de experimentación. La profesora Afife aclara, que tanto el decálogo promulgado por la CIOM (Consejo Internacional de Organizaciones Médicas), en 1985, como la Declaración Mundial de los Derechos de los Animales, redactada en septiembre de 1989, “defienden a todo tipo de animales, incluso los que sirven para la alimentación humana, como quiera, que el animal que ha sido sacrificado sin eutanasia, libera neurotransmisores que afectan la textura y el sabor de la carne”.

Luego de cinco décadas estas necesarias reflexiones se abren campo en la comunidad académica colombiana. La propuesta de conformar un Centro de Investigación y Desarrollo en Modelos Animales Experimentales dentro de la convocatoria abierta por Colciencias, servirá para promover el ingreso definitivo de la comunidad científica local en las áreas de formación de la ciencia de animales experimentales, un requisito ineludible para avanzar en la investigación de patologías como el Alzheimer y Parkinson, en el país.

Castellanos, Y. (24 de octubre de 2004). Sacrificio con-sentido. En: *Periódico Universidad Nacional de Colombia*: <http://historico.unperiodico.unal.edu.co/Ediciones/65/08.htm>

- **Experimentación con animales**

La investigación científica provoca innecesariamente dolores y traumas de diversa índole a los animales, para analizar los efectos que podrían producirse en seres humanos, probando medicamentos, cosméticos y otra serie de productos. Algunas de las prácticas realizadas en animales son las siguientes:

- Experimentación biomédica y militar.
- Enseñanza, generalmente universitaria, donde se utiliza los términos vivisección.
- Hay unos 30 tipos de test. Los test sub-agudos duran entre 28 y 90 días.
- Los test de toxicidad crónica incluyen la dosificación diaria de la sustancia a lo largo de hasta dos años.
- No se usan analgésicos porque interfieren en los resultados.

1. **Test DL50**

Significa Dosis Letal 50%, la cantidad de sustancia que causará la muerte a la mitad de los animales del experimento.

- Antes que se llegue al punto en que muere la mitad, los animales están muy enfermos y angustiados.
- Se fuerza a los animales a ingerir la sustancia mediante una sonda hasta el estómago (lo que a veces produce la muerte por perforación), por un orificio practicado en el cuello, por vía subcutánea, intravenosa, mezclada con la comida, por inhalación, o por vía rectal o vaginal.
- Las reacciones incluyen convulsiones, vómitos, diarrea, parálisis, hemorragias oculares, nasales, bucales o rectales, úlceras, adelgazamiento, lesiones pulmonares, renales y hepáticas, coma y muerte.

2. **Testeo de sustancias**

- Diversos estudios han demostrado que los test son ineficaces. Se usan porque son una manera rápida de conseguir una licencia.

- Los productos probados con otros métodos son más seguros para la salud, además de no estar sustentados en el horror y la crueldad.
- Los métodos usados incluyen mutilar, drogar, herir, fracturar, quemar, congelar, envenenar, irradiar, inducir enfermedades, aplicar electricidad, aislamiento prolongado de animales altamente sociables como los perros, uso de endoscopias (muestra de tejido tomada del colon por el año), cambios frecuentes en la dieta ocasionando problemas digestivos, aplicación de anestésicos y químicos irritantes sobre la piel entre otros.

3. Test de draize (inventado por John Draize)

Para probar, por ejemplo, un nuevo champú, son introducidos una gran cantidad de conejos en cajones que parecen cepos porque tienen un sólo agujero para el cuello, de modo que sólo les queda fuera la cabeza y sin posibilidad de esconderla, ya que el agujero es tan estrecho como el cuello del animal.

Durante varios días les vierten en uno de los ojos una solución concentrada del producto en cuestión, y el ojo sano sirve como referencia. ¿Por qué se utilizan conejos? Porque estos animales no lagrimean lo suficiente como para que la lágrima limpie el ojo y elimine la sustancia. Además, para mayor seguridad, les sujetan los párpados con pinzas para que ni tan siquiera puedan parpadear al sentir el contacto de la dolorosa sustancia en un intento natural de aliviar tanta tortura.

La reacción más fuerte suele provocar la pérdida de la visión, y con anterioridad hinchazones e irritaciones. ¡El animal chilla y golpea con las patas el cajón, buscando alivio... un alivio que no llega, y muchos se parten la columna vertebral en los desesperados intentos por liberarse!

4. Test de piel

- Se afeita el pelo del lomo de los animales, se coloca un esparadrapo sobre la piel y se quita bruscamente.
- Se repite hasta que la piel es despegada, quedando en carne viva. Sobre la carne se echa el cosmético a probar y se cubre. Se

observa durante unos 10 días, estudiando las llagas, abriéndolas y cerrándolas de nuevo.

5. Test de ojos

Se mantienen los ojos abiertos con un clip, se vierte o inyecta la sustancia a probar sobre uno de ellos, dejando el otro intacto para comparar. Al pasar los días la córnea, el área y la conjuntiva se irritan, se queman y corroen por la sustancia. El ojo es extirpado y examinado, en algunos casos con el animal vivo, para usar el otro ojo. A veces el animal se rompe el cuello o la espalda en su intento de escapar del agudo dolor. No se usa anestesia. La reacción incluye hinchazón, inflamación del iris, ulceración, sangrado, deterioro masivo y ceguera. Estos efectos son verificados durante 3 a 21 días. Se mata al animal terminado el test o se lo “recicla” para futuros testeos.

Asociación Colombiana Defensora de Animales y del Ambiente.
Tomado de: <http://www.adacolombia.org/ada/problematika/experimentacion>.

Actividad de finalización

Juego de roles: Con los grupos formados en la actividad anterior se busca que cada uno de ellos trabaje con base en el texto leído y que tome el rol de la lectura, donde se evidencian las posturas de diferentes actores sobre el uso de animales en la experimentación científica: Legislación Colombiana al respecto de la experimentación con animales, Sociedad Protectora de Animales, Universidad Nacional de Colombia, Periódico el Espectador.

A partir de esto se elabora un manifiesto de vida en el que los estudiantes argumentan.

Descripción de la segunda secuencia de enseñanza

1. Relacionarse con las prácticas realizadas con animales, y tener la oportunidad de conocer la implementación de las normas que existen para el trabajo con animales en las facultades universitarias, a partir de una salida de campo a la Facultad de Veterinaria de la Universidad Nacional de Colombia.
2. Realizar un ensayo en donde se evidencie su postura crítica frente a lo visto en la salida.

Descripción de la tercera secuencia de enseñanza

1. Identificar los principales productos que son fabricados utilizando la experimentación con animales.
2. Consultar cuáles de los productos de belleza utilizados en la experimentación con animales son posibles producirlos en el laboratorio del colegio.
3. Realizar un informe en donde se evidencien los insumos que fueron utilizados para la elaboración del producto.
4. Posiciones éticas y de valores con respecto a la cuestión sociocientífica trabajada.

Evaluación

La evaluación se lleva a cabo durante el desarrollo de toda la unidad y se espera:

- Evidenciar las posiciones argumentadas de los estudiantes con respecto a la ética de vida, cualquiera que sea su manifestación en la naturaleza.
- La participación y compromiso en el desarrollo de las secuencias de la unidad didáctica, la presentación del poster en el que evidencien el respeto por la vida, la preservación y cuidado de la misma.

Referencias bibliográficas

Igualdad Animal. (5 de octubre de 2012). Experimentación. En: *Igualdad Animal*: <http://www.igualdadanimal.org/experimentacion>.

Berkowitz, W., y Simmons, P. (2003). Integrating science education and character education: The role of peer discussion. En: D. L. Zeidler (Ed.). *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education*. Dordrecht: Kluwer Academic Press, 177-138.

Castillo, J. (2010). Una cuestión sociocientífica motivante para el pensamiento crítico. En: *Zona Próxima*, 10. 144-157.

Aluja, A. (2002). Animales de Laboratorio y la Norma Oficial Mexicana. En: *Gac Méd Méx*, 138, (3), 295-298.

Zenteno-Mendoza, B. E., y Garritz, A. (2010). Secuencias dialógicas, la dimensión CTS y asuntos socio-científicos en la enseñanza de la química. En: *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencia*, 7 (1). 2-25.

Información de los autores

Brigit Nieto Nausa

Licenciada en Química y Biología de la Universidad Antonio Nariño. Candidata a Magíster en Docencia de la Química en la Universidad Pedagógica Nacional. Actualmente es profesora de Química y jefe de área en el colegio Distrital Enrique Olaya Herrera. Participante en el Seminario-Taller: Unidades Didácticas sobre Cuestiones Socio Científicas. Ponente en el Primer Foro de Experiencias Didácticas.

Diana Zulay Huertas Ortiz

Estudiante de noveno semestre de Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional. Tiene una publicación institucional en el boletín PPDQ en el área de enseñanza de las ciencias en la línea de investigación Modelos y Representaciones. Participante en el grupo de investigación FHeC y en el seminario taller sobre cuestiones sociocientíficas. Ponente en el VIII Encuentro de la Asociación de Filosofía e Historia de la Ciencia del Cono Sur (AFHIC) y en el primero foro de experiencias didácticas.

Leidy Lorena Ríos Cristancho

Estudiante de noveno semestre de Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional. Tiene una publicación institucional en el boletín PPDQ en el área de enseñanza de las ciencias en la línea de investigación de Modelos y Representaciones. Asistente al II Workshop on Adsorption, Catalysis and Porous Materials (II WACPM), realizado en la Universidad de Los Andes. Participante en el *seminario taller de unidades didácticas sobre cuestiones sociocientíficas*. Ponente en el primer foro de Experiencias Didácticas.

Manuela Alejandra Alfaro Moreno


Estudiante en noveno semestre de Licenciatura en Química en la Universidad Pedagógica Nacional, actualmente realiza la práctica pedagógica II en el IED Rafael Bernal Jiménez, trabajando con los grados décimos y undécimos. Participante en el *seminario taller de unidades didácticas sobre cuestiones sociocientíficas*.

La fuente usada es de la familia Minion, estilo regular;
puntaje 11; interlineado 15.

El libro

*Unidades didácticas sobre cuestiones sociocientíficas:
construcciones entre la escuela y la universidad*

se terminó de imprimir en
los talleres de *Dao Digital Ltda.*
en Bogotá, Colombia, 2014



Una de las características de la sociedad moderna ha sido contar con la institucionalización social de la ciencia y la tecnología (C&T) como fuerza productiva que desempeña un papel crucial en la elaboración de mercancías que son consumidas por toda la población. Así la C&T influyen en la economía y la política, además de ser determinante en diversas áreas como la salud y el ambiente. A pesar de la importancia social de los conocimientos científicos y tecnológicos, éstos pueden instrumentalizarse en la sociedad y de esta forma servir a intereses técnicos y tecnocráticos que excluyen la participación de los ciudadanos sobre su uso. Esta situación exige una formación ciudadana crítica que aporte a una comprensión amplia de dichos conocimientos y que, sobre todo, vincule la participación de los ciudadanos en la toma de decisiones frente al desarrollo tecnocientífico.