



DESARROLLO DE LA COMPETENCIA ARGUMENTATIVA A TRAVÉS DE LA TOMA DE DECISIONES EN EL ABORDAJE DE LA CUESTIÓN SOCIOCIENTÍFICA: "USO Y COMERCIALIZACIÓN DEL PV"¹

Development of argumentative competence through decisions making of socio-scientific questions: "use and marketing of PVC"

Lady Carolina Achury²
Jenny Álvarez Hoyos³

Para citar este artículo: Achury, L. y Álvarez, J. (2015). Desarrollo de la competencia argumentativa a través de la toma de decisiones en el abordaje de la cuestión sociocientífica: "uso y comercialización del PVC".

Góndola, Enseñ Aprend Cienc. 10(1), 56-72. doi: 10.14483/udistrital.jour.gdla.2015.1.a04

Recibido: 27 de noviembre de 2014 / Aceptado: 25 enero de 2015

Resumen

Se plantea el diseño y la puesta en práctica de una estrategia de aula con la implementación de una secuencia didáctica, que se aplica a estudiantes de grado undécimo de un colegio público de la ciudad de Bogotá D.C. Dicha estrategia utiliza una metodología cualitativa a través de categorías de análisis de argumentación y toma de decisiones. Los resultados de esta experiencia de aula buscan evaluar la articulación entre la argumentación y la toma de decisiones, mediante el abordaje de la cuestión sociocientífica: uso y comercialización del Policloruro de Vinilo (PVC). En un primer momento se analizan las ideas previas de los estudiantes frente a los polímeros, específicamente el PVC, con el objetivo de establecer algunos parámetros que permitan mejorar la secuencia a implementar. Posteriormente se presentan los resultados obtenidos en las actividades planteadas de la secuencia, analizando el nivel de argumentación en la toma de decisiones que presentan los estudiantes.

Palabras clave: argumentación, controversia sociocientífica, Policloruro de Vinilo (PVC), secuencia didáctica

1. Este trabajo es parte una investigación realizada en la Universidad Pedagógica Nacional, para optar al título de Magíster en Docencia de la Química
2. Licenciada en química Universidad Distrital. Contacto: mdqu_lcachury568@pedagogica.edu.co
3. Licenciada en química Universidad Distrital. Contacto: jenny.alvarez9@gmail.com

Abstract

This paper presents the design and implementation of a strategy of classroom with the implementation of a teaching sequence that applies to high school student's (junior) of a public school in Bogotá-Colombia. This strategy uses a qualitative methodology through categories of analysis of argumentation and decision making. The results of this classroom experience seeking to assess the relevance to articulate the argument in decision-making; by addressing the socio-scientific issue "use and marketing of Polyvinyl Chloride (PVC)". At first previous ideas of students compared to polymers, specifically PVC, in order to establish some parameters to improve the sequence to implement are discussed. Subsequently, the results of the proposed activities of the sequence, analyzing the level of argumentation in the decision making of students.

Keywords: argument, Polyvinyl Chloride (PVC), socio-scientific controversy, Teaching sequence

Introducción

En la enseñanza y aprendizaje de la química eventualmente se observa una separación entre lo que se muestra a los estudiantes a nivel conceptual y su relación con el entorno, lo cual repercute reiteradamente en desinterés y desmotivación. Por ello se hace necesario que en nuestro quehacer docente se generen propuestas de intervención didáctica en el aula, en donde la investigación constituya un principio orientador de las decisiones curriculares; en este sentido, la línea de Investigación en el Aula, fundamentada en los planteamientos de Stenhouse (1987), establece que el mejoramiento de la enseñanza no se da por los intentos de mejorar los resultados de aprendizaje sino que debe partir de la capacidad del profesor para cualificar sus conocimientos, a fin de lograr ser un investigador de su propia experiencia de enseñanza.

Así pues, si consideramos la investigación como un principio didáctico básico que permite organizar la actividad educativa, que tiene presente los

intereses de los estudiantes y promueve herramientas de crítica en el aula de clase, se hace necesario que la educación no continúe con la acumulación de conocimientos socialmente descontextualizados, ignorando las problemáticas ambientales, sociales y políticas entre otras, que se presentan actualmente. En ese sentido, la investigación debe incorporar estrategias didácticas que se fundamenten en fomentar una conciencia social crítica que cambie la tradición de indiferencia hacia estos problemas (Torres, 2010).

Teniendo en cuenta los criterios anteriores se hace pertinente abordar temáticas científicas que incorporen aspectos culturales y situaciones cotidianas en las que se desenvuelven los estudiantes; por ello esta propuesta se enmarca en el abordaje del concepto polímero, haciendo énfasis en el Policloruro de Vinilo (PVC) (una clase de polímero de uso versátil en la actualidad), que si se utiliza de forma inapropiada puede derivar en la afectación a la salud y el medio ambiente. Dicha situación lleva al estudiante a plantear soluciones a esta problemática de forma crítica y socialmente responsable.

En este sentido toma importancia utilizar en la Enseñanza de las Ciencias actividades contextualizadas desde el enfoque ciencia, tecnología, sociedad y ambiente, CTSA, que involucre situaciones controversiales capaces de conectar el mundo actual con el cotidiano de los estudiantes (Kolstø 2001; Kolstø y Mestad 2003); y que aseguren una buena comprensión de la naturaleza de la ciencia como un factor determinante para mejorar los niveles de argumentación en la toma de decisiones.

El presente artículo se enfocará en determinar dichos niveles, buscando que los estudiantes usen el conocimiento científico para su beneficio y el de los demás, centrándose en la solución del siguiente interrogante: ¿en qué medida el estudio del policloruro de vinilo, desde las CSC, contribuye al desarrollo y articulación de la argumentación en la toma de decisiones en los estudiantes de grado undécimo?

Fundamento Teórico

El PVC un polímero de controversia

El policloruro de vinilo (PVC) se presenta en su forma original como un polvo blanco, amorfo y opaco, es inodoro, insípido e inodoro, además de ser resistente a la mayoría de los agentes químicos, es ligero y no inflamable, por lo que es clasificado como material no propagador de la llama; no se degrada, ni se disuelve en agua, es totalmente reciclable, rentable y utilizado como aislante eléctrico. Es un polímero obtenido de dos materias primas naturales: el cloruro de sodio o sal común (NaCl) (57%) y petróleo o gas natural (C₂H₄) (43%), siendo por lo tanto menos dependiente de recursos no renovables que otros plásticos. Al reaccionar estas dos sustancias se forma el dicloro etano que a altas temperaturas se transforma en el gas de cloruro de vinilo por un proceso de polimerización (emulsión, suspensión en masa y en solución). Es un moderno, importante miembro de la familia de los termoplásticos, siendo el más inestable de todos, pero al agregarle aditivos

se vuelve muy versátil para ser transformado en diferentes procesos. Se obtiene por una reacción de adición de monómeros de cloruro de vinilo.

En su forma pura el PVC es rígido y quebradizo, se hace más flexible si se le adicionan aditivos durante el proceso de elaboración, se puede agregar un gran número de sustancias tóxicas: como el plomo, el cadmio y los ftalatos, usados para alterar el color o la textura, ya que solo puede utilizarse en productos de consumo masivo mediante el agregado de modificadores químicos, muchos de los cuales son peligrosos.

Debido a su versatilidad dicho polímero es muy utilizado en nuestro diario vivir, haciendo parte de artículos como: tubos para suministro de agua, ventilación o desagüe, elaboración de persianas, *blisters* para medicamentos, envases y películas flexibles para envasado de alimentos, carcasas de electrodomésticos o computadoras, bolsas para sangre y plasma, cables, marcos de ventanas y puertas, incluso hoy en día se usa para la elaboración de juguetes. Ahora bien ¿qué ventajas y desventajas proporciona?, ¿después de su uso cuál es la disposición más adecuada?, ¿cuáles son los peligros que el producto proporciona para su bienestar? Estas, entre otras, son preguntas que el consumidor de tales productos debería contestar, y, para poderlo hacer, la escuela debe proporcionar herramientas que le permitan tomar decisiones argumentadas ante estas y otras situaciones, donde el conocimiento científico juega un papel importante en la cultura de los ciudadanos.

Los productos fabricados con este polímero pueden causar algunas enfermedades a largo plazo, pero el verdadero problema radica en su fabricación y disposición inadecuada. Como se mencionó antes, para ser estabilizado el PVC requiere de aditivos, el más común en los insumos médicos de PVC es un flexibilizante o plastificante denominado di(2-etilhexil) ftalato (DEHP, por sus siglas en inglés). El

DEHP pertenece a un grupo de compuestos sintéticos y de sustancias químicas denominadas ftalatos, que alteran la función endocrina, ya que interfieren con el estrógeno en el cuerpo. Según Healthy Building Network, el PVC requiere más aditivos que cualquier otra forma de plástico y representa el 90% de todos los usos de ftalatos en los Estados Unidos.

El DEHP puede migrar directamente hacia el cuerpo del paciente desde productos como los catéteres intravenosos. En la actualidad las asociaciones médicas y organismos gubernamentales de diversos países admiten que existen riesgos, especialmente para los pacientes más vulnerables, y proponen reemplazar los productos que contienen PVC y DEHP por sus alternativas.

Un número cada vez más grande de hospitales, sistemas de salud, comunidades y fabricantes de todo el mundo están reduciendo el uso de PVC y DEHP. Si bien Europa, Estados Unidos y Japón lideran este movimiento, existen iniciativas incipientes en los países en desarrollo, lo que demuestra una tendencia ascendente en los países del sur.

El PVC libera toxinas que pueden causar malformaciones de nacimiento, alteraciones endocrinas, inmunosupresión y cáncer. A pesar de que en general este material permanece estable a temperatura ambiente, puede filtrar toxinas a las sustancias que lo rodean si se expone al calor. Si se dejan recipientes de PVC al sol o se calientan en el microondas, se puede desencadenar la liberación de toxinas en los alimentos o el agua.

En cuanto a la fabricación de PVC se requieren grandes cantidades de cloro. Por su parte, la fabricación de cloro consume mucha energía, y algunas fábricas incluso utilizan materiales tóxicos como mercurio o amianto en sus procesos. Una vez obtenido el cloro, la siguiente etapa consiste en la producción de dicloroetileno, seguido de cloruro de vinilo, la base del PVC. Estos procesos generan

dioxinas, sustancias altamente tóxicas que constituyen uno de los contaminantes orgánicos más persistentes conocidos por la ciencia. Se ha demostrado que tanto el cloruro de vinilo como las dioxinas son carcinogénicos humanos.

El otro problema radica en su disposición final inadecuada, la comunidad en general no reconoce los peligros que causa el PVC al ser incinerado y, como ocurre con los demás plásticos, el tiempo de degradación es muy largo, lo que genera problemas ambientales. En el primer caso la incineración produce hidrocarburos aromáticos, dioxinas y otros subproductos tóxicos se propagan por medio del aire en forma de humo. El Instituto Nacional de Ciencias de Salud Ambiental de los Estados Unidos afirma que está demostrado que las dioxinas aumentan el riesgo de producir cáncer, diabetes y enfermedades cardíacas en poblaciones expuestas a estos tóxicos. En el segundo caso, puede filtrarse en la tierra y contaminar el agua subterránea y el suelo a los ecosistemas y rellenos. Por ello, el policloruro de vinilo es un plástico perjudicial para el medio ambiente que se encuentra prohibido en más de 14 países de la Unión Europea. De ahí la importancia de capacitar e informar a la comunidad sobre la disposición final adecuada de este producto.

Una forma para divulgar este tema en la comunidad es a través de cuestiones sociocientíficas, que además de informar posibilitan el desarrollo de habilidades argumentativas y la toma de decisiones, que son importantes si desea formar ciudadanos críticos y capaces de modificar el entorno en el que se desenvuelven.

La importancia de las Cuestiones Sociocientíficas (CSC) en la enseñanza

Según Jiménez-Aleixandre (2010) las cuestiones sociocientíficas son dilemas o controversias sociales que tienen en su base nociones científicas pero que además se relacionan con los campos sociales,

éticos, políticos y ambientales, entre otros. Así, las cuestiones sociocientíficas son un recurso valioso en la investigación en didáctica, en las clases de ciencias y en la divulgación científica. Las diferentes opiniones sobre problemáticas sociales que surgen, y que están relacionadas con la ciencia, se pueden convertir en un punto de partida y en un motor de aprendizaje (Díaz y Jiménez-Liso, 2012).

Las CSC dan la oportunidad de utilizar asuntos de actualidad para evidenciar aspectos específicos que involucran capacidades propias del futuro profesional, con un interés particular en una sociedad mejor. Los contenidos aprendidos deben mostrar una incorporación en la práctica profesional, permitiendo interpretar datos y determinar caminos para la solución de problemas. La Enseñanza de las Ciencias centrada en el trabajo con cuestiones sociocientíficas en el aula, potencializa la participación de los estudiantes y favorece una educación abierta y crítica que contribuye con su formación ciudadana. De tal forma que el futuro del conocimiento científico no puede ser apenas responsabilidad de científicos o gobiernos, siendo necesaria la participación de todos los ciudadanos en las discusiones sobre sus implicaciones socioambientales (Martínez y Parga, 2013).

Cómo contribuye las CSC a desarrollar la argumentación en la toma de decisiones en los estudiantes

La argumentación y la toma de decisiones son habilidades que deben abrirse camino en la escuela, buscando el progreso del pensamiento científico y la comprensión del mundo natural y social. La formación de ciudadanos críticos dotados de conocimientos y capacidades que les conduce a participar responsablemente en la toma de decisiones argumentadas en una sociedad democrática, requiere no solo de la selección de un gran número de contenidos y estrategias para enseñarlos, sino de la incorporación en los currículos de actividades

que desarrollen en los estudiantes estas habilidades, que permiten la participación de los mismos en diferentes contextos en los que se desenvolverán. Por lo tanto, la incorporación de las CSC favorecen la argumentación en la toma de decisiones ya que a través de estas el estudiante logra evaluar los enunciados sobre las base de pruebas; es decir, reconocer que las conclusiones y los enunciados científicos deben estar justificados, sustentados en pruebas. La argumentación por lo tanto es una herramienta de las que disponemos para evaluar el conocimiento.

Jiménez (2010), por su parte, menciona que el razonamiento argumentativo es relevante para la Enseñanza de las Ciencias, ya que uno de los fines de la investigación científica es la generación y justificación de enunciados y acciones encaminados a la comprensión de la naturaleza, donde la argumentación juega un papel importante en la construcción del conocimiento en el aula. Al respecto, estudios recientes advierten la importancia de favorecer tales procesos argumentativos a través de la discusión de asuntos sociocientíficos y dilemas sociales; en tanto, se constituyen en espacios que permiten la contextualización de los conocimientos y posibilitan atender propósitos como la formación en la crítica.

Para el análisis de argumentos de los estudiantes se tendrán en cuenta las categorías de análisis contextualizadas y ampliadas del trabajo de Driver y Newton citado por Moreno y Martínez (2009), ya que se prepararon dentro de un plan de trabajo para la creación de actividades y la promoción de las habilidades de argumentación entre los estudiantes, en lo que se refiere a la discusión de temas relacionados con la Enseñanza de las Ciencias. Los autores se basaron en la propuesta de Toulmin, teniendo en cuenta el papel del desarrollo de las habilidades de argumentación para la enculturación en ciencias, que incluye entre otros la construcción colectiva del conocimiento científico.

Por esta vía, niveles asignados a tales categorías se basan en la complejidad de los argumentos utilizados, así como la interacción entre diferentes ideas. Cuando son afirmaciones sin justificación, nivel 0; argumentos que no sufren ningún cuestionamiento y pueden ser incompletos, nivel 1; cuando hay competencia, nivel 2; cuando hace uso de calificativos o refutaciones, nivel 3; y cuando emite juicios integrando diferentes argumentos, nivel 4, indica una mayor comprensión de la naturaleza del conocimiento científico.

En los procesos de toma de decisiones las CSC pueden dar grandes aportes ya que pueden interferir y proporcionar información suficiente para reducir los sesgos que se puedan tener sobre el tema que se esté trabajando, ya que la CSC permite presentar las opiniones desde diferentes puntos de vista.

Para analizar el proceso de toma de decisión se ha escogido como método la comparación con el *marco normativo de toma de decisiones* (Janis y Mann, 1977; Wheeler y Janis, 1980). Los pasos del marco normativo que se tendrán en cuenta son los siguientes:

- Planteamiento de criterios: consiste en la construcción, planteamiento o identificación de los criterios que se van a manejar en el proceso de toma de decisiones.
- Búsqueda de información: supone la búsqueda y clarificación de la información sobre las alternativas, con base en los criterios que se consideran importantes.
- Evaluación de las alternativas: se trata de evaluar las ventajas y desventajas de las distintas alternativas considerando los criterios planteados.
- Toma de decisión: consiste en decidir qué opción es la mejor según el análisis realizado. Hemos considerado que las intervenciones en las que se descartan opciones también son tomas de decisión.

Las secuencias didácticas como apoyo para organizar las CSC

Para lograr implementar las CSC en el aula se consideró necesario abrir espacios organizados y planificados mediante el diseño de secuencias didácticas, las cuales son definidas por Meheut y Psillos (2004) como actividades o enfoques inspirados en la investigación educativa con el objetivo de ayudar a los estudiantes a comprender el conocimiento científico.

Una secuencia de enseñanza-aprendizaje se puede estructurar con: los contenidos, el nivel de motivación y el nivel de reflexión. El profesor debe guiar y apoyar al estudiante en todo el proceso de enseñanza aprendizaje, además de plantear las situaciones de aprendizaje, y seleccionar y organizar las estrategias adecuadas (Soledad 2003), para que la secuencia pueda cumplir con los propósitos establecidos. Así, una secuencia didáctica permite abordar las CSC que se quieren tratar en el aula, manejar los tiempos requeridos y proponer diversas actividades que ayuden a favorecer diferentes habilidades en el aula, como el posicionamiento crítico, la argumentación y la toma de decisiones.

Metodología

El trabajo llevado a cabo desarrolla la argumentación a través de la toma de decisiones en los estudiantes, utilizando principalmente el lenguaje escrito y oral como las formas de comunicación más usadas en las prácticas sociales y con las cuales se puede interactuar con otro u otros expresando los pensamientos, ideas o ideologías. Se fundamenta en una metodología cualitativa a través de las categorías de análisis adoptadas, contextualizadas y ampliadas del trabajo de Driver y Newton y la toma de decisiones propuesta por Janis y Mann, 1977; Wheeler y Janis, 1980.

La muestra poblacional se encuentra conformada por estudiantes de educación media de grado undécimo de una institución pública en la ciudad

de Bogotá D.C., los cuales estuvieron conformados de la siguiente manera: Grupo A 39 estudiantes y Grupo B 34 Estudiantes.

La estrategia se llevó a cabo en tres fases. En la fase inicial se realizó una caracterización de los estudiantes de grado undécimo, se seleccionaron las temáticas específicas a trabajar sobre polímeros y la CSC a abordar. Se diseñó el cuestionario de entrada, la unidad didáctica e instrumentos para la evaluación del cuestionario y la unidad. En la segunda fase o fase de desarrollo se aplicaron instrumentos de evaluación

diagnóstica, se implementó la secuencia didáctica y se usaron diferentes instrumentos de evaluación para recopilar información como matrices de evaluación, entrevistas y grabaciones. En la fase final se sistematizó y analizó la información obtenida en términos de los parámetros expuestos en la fase inicial.

Estrategia didáctica

Para la implementación de la estrategia didáctica se realizó una secuencia didáctica que cuenta con las actividades presentes en la Tabla 1.

Tabla 1. Secuencia didáctica.

Actividad	Objetivo	Justificación	Metodología	Instrumento	Tiempo
Cuestionario de entrada	Identificar las concepciones que los estudiantes poseen con respecto a los polímeros y específicamente al PVC.	Aunque el uso de los polímeros es muy grande en la sociedad, los estudiantes generalmente no conocen las características de estos materiales y su repercusión social, ambiental e industrial, por lo que se hace necesario identificar los conceptos que los estudiantes manejan con respecto al tema.	Se aplicó a los dos grupos de grado undécimo un cuestionario de cuatro preguntas.	Cuestionario de entrada	30 min
Noticia	Presentar a los estudiantes la controversia sociocientífica.	Generar interés sobre el tema de los polímeros al plantear la cuestión sociocientífica.	Noticia del periódico <i>El Tiempo</i> . Videos.	Cuestionario grabaciones de audio y construcción de matriz.	90 min
Conociendo más de los polímeros	Determinar las propiedades de algunos objetos fabricados con polímeros especialmente, los elaborados con PVC.	Se hace necesario que los estudiantes comprendan y relacionen las propiedades del PVC con los usos.	Laboratorio	Informe de Laboratorio	90 min
Qué dices tú	Generar en los estudiantes interés por investigar y profundizar sobre el tema.	Es necesario que los estudiantes comprendan la importancia de estar informado, de consultar, para poder sustentar la validez de alguna afirmación.	De acuerdo a los planteamientos, los estudiantes deben expresar su opinión.	Grabaciones de audio.	90 min
Tú casa está construida con base en la química	Cuestionar a los estudiantes frente a los materiales utilizados por las constructoras.	Es importante que los estudiantes sean conscientes de su entorno, por eso a través de la exploración de su casa se quiere que los estudiantes no vean la química como algo aislado y sin sentido.	Exploración de los materiales hechos con PVC. Elaboración de estadísticas	Presentaciones.	90 min
El PVC al debate	Promover la argumentación a través de la toma de decisiones en los estudiantes a través del debate.	Analizar los niveles de argumentación y de toma de decisiones de los estudiantes a medida que se realizan las diferentes actividades	Mesa redonda . Juego de roles.	Grabaciones de audio.	90 min
Conociendo la Industria del PVC	Contextualizar lo que se trabaja en la industria colombiana con respecto al PVC.	Involucrar al estudiante con procesos de producción reales que le permitan ampliar su conocimiento frente al uso y problemáticas que se generan y cómo las empresas asumen la responsabilidad ambiental y sobre la salud humana que generan.	Charla con un ingeniero de la empresa de PAVCO.	Grabaciones de audio. Grabaciones de audio.	90 min

Fuente: elaboración propia.

Caracterización inicial de los niveles de comprensión sobre el concepto de polímero

Para la caracterización de los niveles de comprensión que presentan los estudiantes de la institución educativa distrital, frente al tema de polímeros, se aplicó el cuestionario de entrada (Anexo 1), el cual buscaba identificar los conocimientos que tenían los estudiantes del concepto, estructura, propiedades, obtención, clasificación y aplicaciones de los polímeros, específicamente el PVC.

Con el propósito de realizar el análisis del cuestionario de entrada se diseñó una matriz para categorizar las respuestas en diferentes niveles (bajo, medio, alto y superior) como se muestra en la Tabla 2.

De acuerdo a esta categorización los resultados dados por los estudiantes de grado undécimo se evidencian en la Gráfica 1 y la Tabla 3:

En la Gráfica 1 y en la Tabla 3 se muestra en qué nivel (bajo, medio, alto, superior) se encuentran los estudiantes con respecto a cada una de las preguntas del cuestionario de entrada. Un gran porcentaje de estudiantes se encuentra en niveles bajo y medio, acentuándose en aquellas preguntas que necesitan un conocimiento específico de química para poder contestar asertivamente la pregunta.

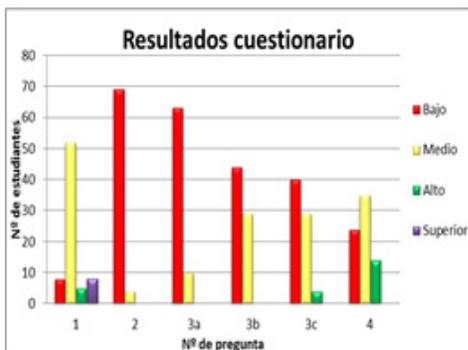
Se evidencian además algunas concepciones alternas como asociar los polímeros exclusivamente a plásticos o que los polímeros solamente son

Tabla 2. Matriz de evaluación cuestionario de entrada.

Temática	Nº de pregunta	Superior 4	Alto 3	Medio 2	Bajo 1
Clasificación	1	Establece adecuadamente las imágenes que corresponden a polímeros naturales, sintéticos y al PVC.	Identifica las imágenes que corresponden a materiales elaborados con PVC.	Reconoce algunas de las imágenes pero se confunde con otras.	Nombra imágenes que no corresponden a polímeros naturales, sintéticos y al PVC.
Definición	2	En la respuesta el estudiante incorpora términos como: macromolécula, gran tamaño, formada por monómeros, de gran peso molecular y presenta ejemplos de polímeros.	Involucra por lo menos tres términos de los nombrados en el nivel superior.	En su respuesta presenta dos términos de los nombrados en el nivel superior.	Describe una o ninguna característica de los polímeros.
Uso y propiedades	3 ^a	Describe las propiedades del PVC explicando cómo inciden en el uso del producto.	Describe las propiedades de utilidad en las constructoras dando ejemplos o comparaciones.	Describe las propiedades que permiten usar el PVC en la construcción.	No menciona ninguna propiedad que permita su uso en la construcción.
	3 ^b	Compara los dos tipos de cañería estableciendo diferentes criterios y argumentando cada uno de ellos,	Compara las dos cañerías estableciendo diferentes criterios y presenta ejemplos.	Compara las dos cañerías estableciendo diferentes criterios.	No realiza ningún tipo de comparación, solamente presenta afirmaciones aisladas.
	3 ^c	Presenta las ventajas y desventajas del PVC discriminando cada una de ellas con diferentes argumentos.	Presenta las ventajas y desventajas del PVC, mencionando ejemplos.	Presenta las ventajas y desventajas	Presenta características aisladas del PVC pero no responde a la pregunta
Usos y medio ambiente	4	Toma una decisión integrando diferentes criterios válidos y argumentados.	Toma una decisión tomando diferentes criterios y mostrando la ventaja.	Toma una decisión, se evidencian algunos criterios pero no la argumenta.	Toma una decisión, no la argumenta, ni se evidencian los criterios

Fuente: elaboración propia.

Gráfica 1. Resultados cuestionario de entrada.



Fuente: elaboración propia.

Tabla 3. Resultados cuestionario de entrada.

Pregunta	1	2	3a	3b	3c	4
Nivel						
Bajo	8	69	63	44	40	24
Medio	52	4	10	29	29	35
Alto	5	0	0	0	4	14
Superior	8	0	0	0	0	0

Fuente: elaboración propia.

sintetizados por el ser humano, además en las respuestas no se describen características ni propiedades de los polímeros y en algunos casos contestaron que no sabían o citaban frases sin ninguna relación, lo que demuestra que se les dificulta proporcionar definiciones, lo cual evidencia el desconocimiento de las propiedades del PVC. No establecen ejemplos o comparaciones o análisis sobre cómo incide el uso de este producto y desconocen los diferentes usos, dificultando su argumentación y uso de calificadores que les permitan establecer las ventajas y desventajas de este polímero en diferentes sectores, no realizan ningún tipo de comparaciones entre la cañería galvanizada y el PVC, o quienes lo hacían aunque presentaban algún criterio de comparación, no establecían ejemplos y no argumentaban.

En algunas preguntas se presentó un nivel medio, específicamente las que presentan información gráfica y textual, ya que facilita el análisis de información para los estudiantes, reflejando un buen nivel de interpretación haciendo uso de habilidades como relacionar e inferir, tal es el caso de la pregunta 1, donde los estudiantes lograron relacionar las imágenes con el tipo de polímero. En las preguntas 3C y 4 se alcanzaron niveles altos y superior, a partir del análisis de información textual algunos llegaron a dar conclusiones.

Argumentación en la toma de decisiones desde el abordaje de una CSC

Dentro de la secuencia planteada, se diseñaron tres actividades específicas que ayudan a desarrollar la argumentación en la toma de decisiones, tal es el caso de la actividad 1; en la cual se plantea la controversia *¿Vale la pena pagar poco dinero por productos hechos con policloruro de vinilo a cambio del peligro que supone para la salud humana y el medio ambiente?*, donde se presenta un artículo del periódico *El tiempo* "El PVC un plástico nocivo para la salud y el medio ambiente" y se complementa con cuatro videos relacionados con el PVC. Además se hace una discusión alrededor de la construcción de la matriz Vester sobre el mayor impacto que presenta el PVC. En la actividad 3 *¿Qué dices y propones tú?*, se les presenta a los estudiantes diez afirmaciones positivas y negativas del PVC y ellos deben mostrar una posición frente a dichas afirmaciones. En la actividad 5 PVC al debate, se asigna un rol por grupo de estudiantes, los cuales desde esta posición deben tomar decisiones frente a la controversia planteada en la actividad 1.

Para examinar la información se realizaron registros de audio, que posteriormente se transcribieron y se analizaron de acuerdo con las categorías adoptadas, contextualizadas y ampliadas (Tabla 4 y Gráfica 2).

Tabla 4. Categorías de análisis de argumentación

Tipo de Argumento	Nivel	Símbolo	Frecuencia registrada de la actividad N°1	Frecuencia registrada de la actividad N°3	Frecuencia registrada de la actividad N°5
Afirmación sin validez	0	ASV		2	2
Afirmación aislada sin justificación	0	AASJ	2		1
Afirmación competitiva sin justificación	0	ACSJ	3	1	
Afirmación requerida sin justificación	0	ARSJ	20	21	24
Afirmación sin Justificación	0	ASJ	15	28	30
Afirmación sin justificación respondiendo por refutación	0	ASJRR	1	2	1
Afirmación con cuestionamiento	0	ACC	2		1
Afirmación competitiva sin justificación y cuestionamiento	0	ACSJC		1	
Afirmación requerida sin justificación respondiendo por refutación	0	ARSJRR		1	
Afirmación aislada con justificación	1	AACJ			
Afirmación con justificación	1	ACJ	21	35	27
Afirmación requerida con justificación	1	ARCJ	19	7	13
Afirmación requerida con justificación y cualificador	2	ARCJCU	2		
Afirmaciones competitiva con justificación	2	ACCJ	9	5	
Afirmaciones con justificación y cualificador	2	ACJCU	5	2	2
Afirmación con justificación y cuestionamiento	2	ACJC	2		
Afirmaciones competitiva con justificación y cuestionamiento	2	ACCJC			
Afirmaciones competitiva con cuestionamiento	2	ACCC		1	
Afirmación requerida competitiva con justificación	2	ARCCJ	1		2
Afirmaciones competitivas con justificación y cualificadores	3	ACCJCU	2		3
Afirmaciones requeridas compitiendo con justificación respondiendo por refutación	3	ARCCJRR	1		2
Afirmaciones competitivas con justificación respondiendo por refutación	3	ACCJRR	2		2
Juzgamiento integrando diferentes argumentos	4	JIDA			
Total de afirmaciones			107	106	110

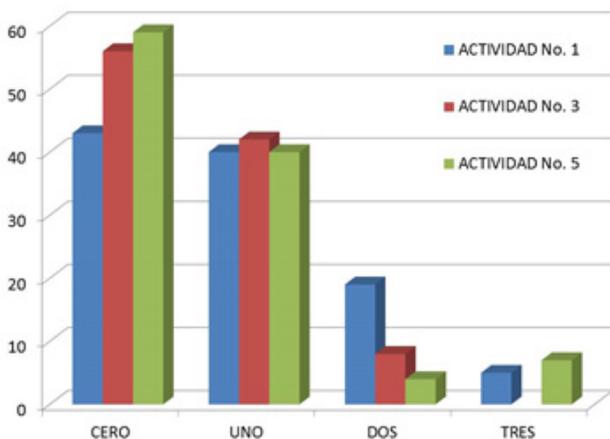
Fuente: Moreno y Martínez (2009). Adaptado por las autoras.

Gráfica 2. Resultados por categorías de argumentación.



Fuente: elaboración propia.

Gráfica 3. Resultados por niveles de argumentación.



Fuente: elaboración propia.

En la Gráfica 2 se describen las categorías de argumentaciones que predominaron en las intervenciones realizadas por los estudiantes en cada una de las actividades. En la Gráfica 3 se refleja el nivel de argumentación que se da en las tres actividades, en donde se puede observar que los estudiantes por medio de estas actividades empiezan a mostrar argumentaciones: establecen datos, justificaciones y conclusiones, reflejándose su uso en los niveles cero, uno y dos. Así, evidenciaron

habilidades como identificar, interpretar y relacionar características y propiedades del PVC con sus implicaciones a nivel ambiental y social, logrando comunicar las conclusiones pertinentes, utilizando en algunos casos nociones científicas.

Para categorizar cada una de las intervenciones de los estudiantes se determinaron las siguientes convenciones: el dato, justificación, cualificadores, cuestionamientos, juzgamiento integrando diferentes argumentos, refutación y competencia.

Argumentaciones de nivel cero: se caracterizan por tener solamente el dato.

Jennifer: que los ftalatos, eso daña la capa de ozono. **ASJ**

Paola: sí nos estamos afectando con el PVC. **ARSJ**

Argumentaciones de nivel uno, se caracterizan por tener justificación, aunque algunas pueden ser aisladas.

Fabián Bolaños: El PVC se compra por ser barato, y la mayoría de la gente se fija en el precio y no en la calidad. Yo creería que la industria puede llegar a un punto que no sea tóxico. **ACJ**

Edison: Yo diría que sí se puede vivir sin el PVC porque en los videos de salud sin daño decía que en los hospitales ya no se estaba utilizando el PVC o sea se está cambiando ese material o sea sí se puede vivir sin este. **ACJ**

Las argumentaciones de nivel dos: se caracterizan por presentar cuestionamientos o cualificadores:

Alejandro: La personas compran PVC aunque es contaminante y malo para la salud, pero de todas formas las personas aunque sepan que ocasionan daño, son consumistas, la gente lo va a seguir consumiendo un ejemplo es el cigarrillo, las personas saben que es dañino y lo siguen consumiendo y con respecto a que las industrias crean esos productos para beneficio de nosotros o para la economía de ellos, solo lo hacen por la economía de, quieren aumentar su capital. **ACJCU**

Mónica: El PVC sí ayuda a la comunidad y a la economía del país por estoy de acuerdo que se siga produciendo, (Pasa al tablero y realiza una gráfica) porque si vemos la gráfica, lo que más se utiliza en los hogares es el PVC como un 33%, *hay muchos materiales que están elaborados con PVC, además el costo le interesa a los consumidores.* **ACJCU**

Las argumentaciones de nivel tres presentan competencia, evidencia científica y las otras características mencionadas anteriormente.

Ginna: Sí es malo, para la salud y el medio ambiente, por las sustancias que se utilizan para producirlo como los ftalatos, según el artículo son sustancias químicas que ocasionan problemas endocrinos. **ACJCU**

Fernando: No estoy de acuerdo, sí es posible vivir sin el PVC, por ejemplo con lo de la prótesis, yo tengo un primo que tiene una prótesis pero la mayor parte no está hecha solo de PVC, **se utiliza titanio y otros tipos de plásticos, por decir acá en el pie se utiliza el polietileno que es muy fuerte porque tiene**

que aguantar el movimiento, entonces en cuanto a las prótesis si se puede cambiar. **ACCJCU**

En el último nivel de argumentación no se logran integrar los diferentes criterios planteados anteriormente, por lo tanto no se presenta ninguna intervención en esta categoría.

Se puede observar que los argumentos en la mayoría de los casos presentan el dato y se justifica, algunos logran incorporar cualificadores y proporcionan conocimientos científicos, lo que refleja el fundamento teórico logrado a través de la consulta proporcionando una valiosa herramienta para mejorar sus argumentos. Al hacer este análisis se requiere proponer actividades de este estilo que promuevan el fortalecimiento de la argumentación.

Se generó un cambio de actitud, que es un aspecto positivo para el trabajo con el grupo, ya que la participación activa de los estudiantes genera un diálogo importante entre los pares y docente-estudiante.

Para el análisis de toma de decisiones se utilizó el método de la comparación de Janis y Mann, 1977; Wheeler y Janis, 1980; adaptado por las autoras, arrojó los resultados presente en la Tabla 5.

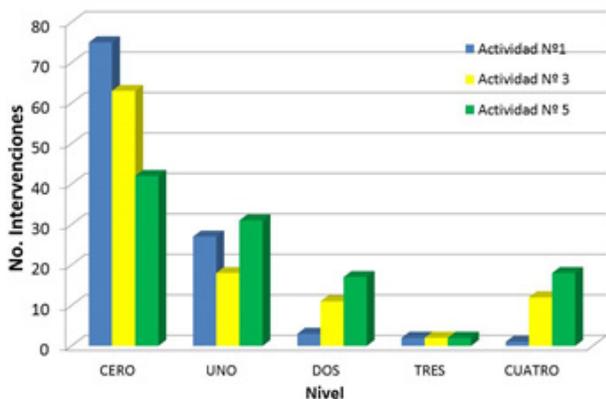
La Gráfica 4 muestra el nivel en la toma de decisiones que presentan los estudiantes en cada una de las actividades, en esta se evidencia un avance, ya que al inicio la mayoría de los estudiantes no manifestaban ninguna posición en cuanto a la controversia planteada, pero con el desarrollo de las actividades la mayoría muestra una posición al respecto, logrando de esta manera una articulación de la argumentación en la toma de decisiones, ya que se evidencia que los estudiantes que tomaron decisiones lograron plantear criterios y justificarlos. Esta articulación permite hacer reflexionar a los estudiantes en cuanto a la gran importancia que tiene tomar decisiones y argumentarlas, convirtiéndose en un paso fundamental para la formación de ciudadanos.

Tabla 5. Categorías de análisis por nivel de toma de decisiones.

Criterio	Símbolo	Nivel	Actividad N°1	Actividad N° 3	Actividad N° 5
No toman ninguna decisión	NTD	0	75	63	42
Toma de decisión	TD	1	27	18	31
Toma de decisión, Planteando criterios	TDPC	2	3	11	17
Toma de decisión, planteando criterios, busca información	TDPCBI	3	2	2	2
Toma de decisión, planteando criterios, busca información y evalúa alternativas	TDPCBIEA	4	1	12	18

Fuente: elaboración propia.

Gráfica 4. Resultados por toma de decisiones.



Fuente: elaboración propia.

A continuación se presenta un fragmento en donde se articula la toma de decisiones (TD), incorporando diferentes criterios (C), evaluación de los mismos a través de la argumentación (E).

Josué: **Nosotros como industria estamos en la posición de que el PVC debe seguirse produciendo**, (TD) vale la pena, puesto que mire los ambientalistas no tienen una base sólida porque ellos dicen que libera dioxinas cuando se quema el PVC, genera algo que afecta al medio ambiente y al ser humano y eso es falso porque primero **cuando un edificio se quema lo único que va asfixiar a una persona es el dióxido de carbono por la quema de madera y otras sustancias,**

y no va a hacer solamente el plástico o el PVC,(C/E) **las dioxinas se liberan por que el PVC se quema y eso es responsabilidad de la comunidad (C),** porque **el PVC es 100% reciclable en toda su totalidad se puede transformar muchas (C/E),** ustedes como ambientalistas creen puntos donde se pueda reciclar este material y creen conciencia en la comunidad porque ellos no lo saben manejar lo y **además estamos hablando de un 20 % más barato en el comercio con respecto a otros materiales (C/E),** También contratamos químicos que pueden demostrar que las sustancias no son peligrosas (C), hay entidades que nos evalúan por la calidad (C), que demuestran que el PVC no es dañino ni nada, para cambiar las propiedades del PVC se le agregan unas sustancias como los ftalatos pero estos no solo están en el PVC, también están en otros.

En el párrafo anterior se puede apreciar la toma de decisión ante el rol asignado y el uso de diferentes criterios, muchos de los cuales los evalúa a través de la argumentación.

En cuanto a las demás actividades de la secuencia se afianzaron otras habilidades, como trabajo en equipo, organización de la información, indagación, experimentación, la creatividad, solución de problemas, responsabilidad ambiental, habilidades que contribuyen al fortalecimiento de la argumentación en la toma de decisiones, actividad 2. Conociendo más de los polímeros, los estudiantes pudieron

comparar las propiedades de los materiales hechos con PVC y la importancia de los mismos para la vida contemporánea, además de compararlas con otros polímeros y ver las ventajas del PVC frente a estos. También con esta actividad se logró que los estudiantes mejoren algunos conocimientos sobre polímeros al familiarizarse con la determinación de las propiedades físicas, mecánicas y químicas que tienen algunos polímeros, y a partir de estas poderlos clasificar en diferentes categorías contribuyendo así al fortalecimiento de habilidades como el trabajo en equipo, organización de la información y experimentación entre otras.

Con la actividad 4 *Tu casa está construida con base en la química*, se logra que los estudiantes analicen la cantidad de polímeros que hay en su hogar, y de estos qué porcentaje pertenece al PVC, además con la información recogida fue posible construir gráficos estadísticos, compararlos y analizarlos, contribuyendo así a fortalecer habilidades como el trabajo en equipo, organización de la información e indagación, entre otras.

Con la actividad 6, *Conociendo la industria del PVC* se buscaba que los estudiantes con algunos argumentos ya consolidados discutieran diferentes aspectos con un experto en el tema de la industria de PAVCO, en esta actividad se nota cómo los estudiantes interactúan en la charla con el ingeniero ya que plantean algunos cuestionamientos como por ejemplo ¿por qué el PVC había sido prohibido en comunidades europeas?, ¿por qué su proceso de producción genera cáncer? y ¿por qué hay emisión de dioxinas cuando se incinera este material? A través de esta actividad se logra ampliar los conocimientos acerca de la fabricación, uso y comercialización de este producto.

Estas actividades contribuyeron a valorar la importancia de los conocimientos científicos para la argumentación en la toma de decisiones, ya que por medio de estas actividades los estudiantes afianzaron

sus conocimientos, comprendieron las propiedades de los polímeros y en especial del PVC, su proceso de producción, clasificación y aplicación, además se dieron cuenta de todos los polímeros que nos rodean, por lo que pudieron establecer la importancia de la química para la vida cotidiana, lográndose una conexión entre la CSC y los contenidos disciplinares. Finalmente, el análisis del nivel de argumentación en la toma de decisiones a través de CSC resultó un aspecto fundamental para la justificación de puntos de vista propios de los estudiantes, de manera que les posibilite participar de manera crítica y responsable en la solución de problemas de su entorno.

Además, es indispensable crear ambientes en el aula de clase de motivación, incorporando situaciones llamativas que tengan sentido para los estudiantes, que sean de su interés, sean atractivas y contextualizadas para lograr una verdadera transformación de la enseñanza.

Conclusiones

El abordaje de CSC en la enseñanza de la química fortaleció la argumentación en la toma de decisiones en los estudiantes, ya que a partir de estas se generan situaciones controvertidas, las cuales despiertan interés en los estudiantes, por medio de las implicaciones sociales, ambientales, económicas, políticas, que se dan alrededor de esta, de manera que se vinculan de manera llamativa diversos temas disciplinares. Se posibilita una participación activa ya que al abordar CSC se facilitan escenarios de discusión como debates, juegos de roles, que además logran generar en los estudiantes inquietud de estar informados siendo este un aspecto importante para ejercer un ciudadanía responsable.

Los niveles de argumentación en la toma de decisiones fueron significativos, ya que los estudiantes alcanzaron a tomar decisiones en donde algunos plantearon cuestionamientos, usaron cualificadores y se apoyaron de la información consultada y

sus conocimientos científicos sobre polímeros para defender su posición por medio de argumentos con justificación, lo que denota una mayor comprensión y aplicación de los conocimientos científicos en sus intervenciones; sin embargo resaltamos que se hace necesario seguir fortaleciendo estos procesos en los estudiantes, y que para esto se requiere ser constantes y continuar con el proceso.

Se hace indispensable que el docente sea un investigador de su propia práctica con el fin de que se formulen estrategias donde no solo se busque la acumulación de contenidos de la disciplina, sino que estas intervenciones permitan desarrollar en los estudiantes procesos de argumentación, solución de problemas, toma de decisiones, pensamiento crítico que les permita emprender acciones acordes a las necesidades del momento actual y poder contribuir al objetivo de la educación escolar: la formación de ciudadanos responsables.

Referencias

- Díaz, N. y Jiménez-Liso, M. (2012). Las controversias sociocientíficas: temáticas e importancia para la educación científica. **Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, 9(1), 54-70.
- Janis, I. y Mann, L. (1977). **Decision Making. A Psychological Analysis of Conflict, Choice and Commitment**. Nueva York: The Free Press.
- Jiménez-Aleixandre, M. (2010). **10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas**. Barcelona: Graó.
- Kolstø, S. (2001). Scientific Literacy for Citizenship: Tools for Dealing with the Science Dimension of Controversial Socioscientific Issues. **Science Education**, 85(3), 291-310.
- Kolstø, S. y Mestad, I. (2003). **Learning about the nature of scientific knowledge: The imitating science project**. Paper presented at the 4th Conference of the European Science Education Research Association (ESERA): Research and the Quality of Science Education. Noordwijkerhout, The Netherlands. From <<http://www.uib.no/people/pprsk/Dankert/Handouts/>>.Martinez, L. y Parga, D. (2013). La emergencia de las cuestiones sociocientíficas en el enfoque CTSA. *Gondola*, 8(1), 23-25.
- Meheut, M. & Psillos, D. (2004). Teaching-Learning Sequences: Alms and Tolos for Science Education Research. **International Journal of Science Education**, 26(5), 515-535.
- Moreno, D. y Martínez, L. (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 del etanol. **Nodos y Nudos**, 3(27), 30-42.
- Soledad, E. (2003). La perspectiva histórica de las relaciones Ciencia-Tecnología-Sociedad y su papel en la enseñanza de las ciencias. **Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, 2(3), 399-415
- Stenhouse, L. (1987). **La Investigación como base de la enseñanza**. Madrid: Morata.
- Torres, N. (2010). Las Cuestiones Sociocientíficas: Una alternativa de Educación para la Sostenibilidad. **Luna Azul**, 32, 45-51.
- Wheeler, D. y Janis I. (1980). **A practical guide for making decisions**. Nueva York: The Free Press.



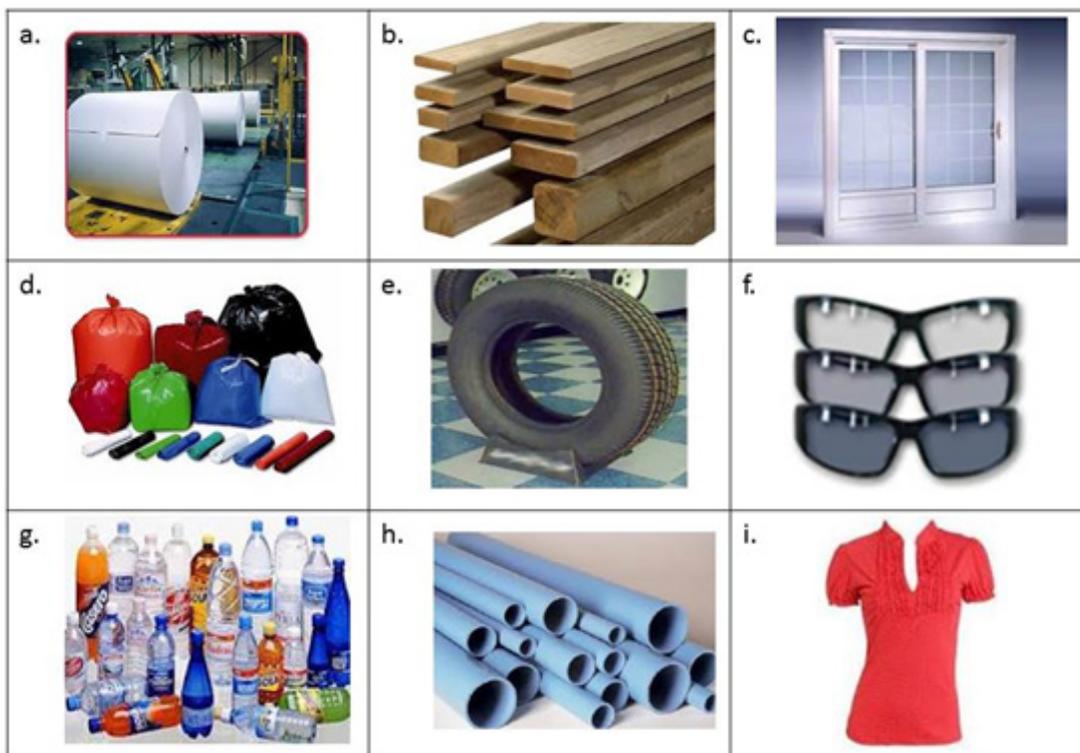
Anexos

Anexo 1. Cuestionario de entrada

Lee cada una de las preguntas y escribe las respuestas de acuerdo con lo que conoces del tema:

1

De acuerdo a las siguientes imágenes contesta colocando la letra correspondiente según creas que sea la respuesta:



¿Cuáles de ellos corresponde a polímeros naturales?

¿Cuáles de ellos corresponden a polímeros sintéticos? _____

¿Cuales están hechos con PVC? _____

2

Los anteriores materiales pertenecen a un grupo de sustancias químicas denominadas polímeros ¿qué características presentan en común para pertenecer a este grupo?

3

Pedro realizó una exploración en su comunidad con el fin de obtener información sobre los materiales más utilizados para la construcción de viviendas, los datos que pudo obtener los reportó en la siguiente tabla:

Características	Cantidad de casas
Cañería galvanizada	5
Ventanas en aluminio	5
Cañería en PVC	15
Ventanas en PVC	15
Puertas en PVC	15

A Pedro le pareció curioso que de las 20 casas que analizó, las 15 que utilizan cañería, ventanas y puertas en PVC corresponden a casas nuevas.

¿Por qué crees que hoy en día las constructoras prefieran usar PVC? _____

—

¿Cuál crees que es la diferencia en cuanto a la composición entre la cañería galvanizada y el PVC? _____

—

¿Qué ventajas o desventajas consideras que tiene el uso del PVC? _____

—

4

En un reportaje del periódico *El tiempo* apareció una noticia sobre el uso del PVC, indicando que este no debe ser usado porque ocasiona contaminación al ambiente y puede ser cancerígeno para las personas que lo fabrican y lo usan, pero la producción de este es muy importante para la industria colombiana ya que genera empleo, y es económica para las personas que lo usan. El alcalde debe tomar una decisión si suspender la fabricación y uso del PVC o dejar que las empresas sigan fabricando PVC y que las personas lo sigan usando. Si tú fueras el alcalde que decisión tomarías. Justifica tu respuesta.

—

—