

RELACIONES CIENCIA, TECNOLOGÍA, SOCIEDAD Y AMBIENTE A PARTIR DE CASOS SIMULADOS: UNA EXPERIENCIA EN LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA

Leonardo Fabio Martínez Pérez

Diana Carolina Peñal

Yenny Maritza Villamil

Introducción

El enfoque pedagógico-didáctico ciencia, tecnología y sociedad (CTS) se ha constituido en un movimiento académico, que ha renovado la enseñanza de las ciencias en los diferentes niveles educativos mediante la creación y desarrollo de programas y proyectos que promueven la formación crítica de ciudadanos (Membiela, 1995; 1997).

En este contexto, encontramos en la educación secundaria, principalmente, dos perspectivas de trabajo. La primera perspectiva ha sido denominada con el nombre de injertos CTS y se caracteriza por incorporar problemas socio-ambientales y socio-científicos en los procesos de enseñanza y aprendizaje de diversos contenidos científicos (química, biología y física). Un claro ejemplo de este tipo de trabajo puede evidenciarse en el proyecto *Science and Technology in Society* (SATIS) propuesto en el Reino Unido por la *Association for Science Education* que ha publicado desde 1984 más de 100 unidades didácticas incorporando las relaciones CTS (Lujan y López, 2000).

La segunda perspectiva se ha conocido como abordaje de las ciencias a través de CTS y se caracteriza por resaltar

la importancia de la ciencia para la formación de ciudadanos independientemente de los contenidos que sean objeto de enseñanza (*Proyecto Science in Social Context*, SINCON, implementado en el Reino Unido).

Además de lo expuesto, el enfoque ciencia, tecnología, sociedad y ambiente (CTSA)¹ se ha constituido en una línea de investigación de la didáctica de las ciencias experimentales que ha propiciado una reflexión sistemática acerca de los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, promoviendo una transformación de los roles que asume el profesor y el estudiante en el aula. En este sentido, el estudiante como ciudadano en formación debe reconocer el conocimiento científico y tecnológico no sólo en su lógica interna (cuerpos teóricos, conceptos, metodologías y productos) sino desde sus implicaciones sociales y ambientales. Por su parte, el profesor de ciencias es un profesional crítico comprometido con el

¹ Inicialmente los trabajos hacían alusión al silogismo CTS, sin embargo, al incorporarse CTS a la enseñanza de las ciencias, se ha preferido hablar de CTSA, agregando a las relaciones CTS, la dimensión ambiental, debido a la importancia que tiene el tratamiento de problemas socio ambientales. Esta dimensión ambiental de las relaciones CTS ha sido trabajada por varios autores entre ellos, se destacan, Solbes y Vilches (2004) y Edwards et al (2004).

estudio social de la ciencia, capaz se construir estrategias pedagógicas y didácticas alternativas que promuevan en los estudiantes la responsabilidad en la toma de decisiones como futuro ciudadano.

A pesar de los esfuerzos realizados en esta línea de investigación, algunos trabajos reportan que aún los estudiantes no logran establecer relaciones entre CTSA (Solbes y Vilches, 2004), considerando que los contenidos que estudian en la escuela no tienen relación con los problemas de su cotidianidad y mucho menos, con los grandes problemas socio-ambientales que enfrenta la humanidad (crecimiento demográfico, destrucción indiscriminada de la biodiversidad, calentamiento global, lluvia ácida, descomposición del ozono estratosférico, deterioro significativo de los suelos y agotamiento del agua potable).

De acuerdo con lo anterior, en este trabajo se busca discutir tanto el establecimiento de algunas relaciones entre CTSA por parte de estudiantes de educación media, como el desarrollo de la metodología de casos simulados como una alternativa de trabajo pedagógico y didáctico para la enseñanza de la química.

1. Consideraciones sobre el enfoque CTSA y los casos simulados

Para la construcción de un referente teórico que permita interpretar las opiniones de los estudiantes sobre las relaciones CTSA y el abordaje de los casos simulados se tuvieron en cuenta las siguientes preguntas: *¿qué significa el enfoque CTSA? ¿qué son los casos simulados en el contexto del enfoque*

CTSA?

En relación con la primera pregunta, hay que señalar que el enfoque CTSA es una perspectiva de investigación didáctica que analiza la ciencia en un contexto social, cultural y político.

CTSA, también es una propuesta educativa innovadora de carácter general, que tiene como meta la formación de conocimientos y valores que favorezcan la participación ciudadana en la evaluación y el control de las implicaciones sociales y ambientales de la ciencia.

Por otra parte, CTSA como enfoque pedagógico y didáctico contribuye tanto en la formación de ciudadanos críticos (educación científica), como en el mejoramiento de la enseñanza y el aprendizaje de las disciplinas científicas (didáctica de las ciencias).

Sin duda, este enfoque ha transformado los roles del estudiante y del profesor en la escuela, considerando al estudiante como un sujeto crítico en formación que se prepara para ejercer su ciudadanía en una sociedad que cada día se torna más influencia por el desarrollo científico y tecnológico.

En este sentido el estudiante debe reconocer el conocimiento científico y tecnológico, más allá de la lógica interna de sus cuerpos teóricos y metodológicos, preocupándose también por los problemas sociales, ideológicos y ambientales implicados en su construcción y desarrollo. Esta concepción distinta del estudiante permite la construcción de actitudes y valores hacia la ciencia que rescatan una concepción mas humana del conocimiento científico.

Por su parte, el profesor es considerado como un intelectual que

asume el rol de investigador en el aula, a propósito de la relaciones entre CTSA. Esto implica una comprensión dialéctica entre los aportes de la epistemología, sociología de la ciencia y el desarrollo de los movimientos sociales y ambientalistas que cuestionan las consecuencias que ha traído el progreso científico y tecnológico.

Coherentemente con lo anterior el profesor debe creativamente construir un clima adecuado en el aula que posibilite la participación y la autonomía por parte de sus estudiantes, haciendo que ellos vean la utilidad de la ciencia y la tecnología, sin ocultar, las limitaciones de estas para resolver los complejos problemas sociales.

Dentro de la educación CTSA las actividades del salón de clase suponen una gran implicación personal para el alumnado y sirven para desarrollar programas de enseñanza y elaborar proyectos curriculares en los que se presta atención a centros de interés de los estudiantes más que a otros puntos de vista academicistas.

De acuerdo con Acevedo (1996, p. 2) se han propuesto las siguientes estrategias de enseñanza-aprendizaje fundamentadas en el enfoque CTSA:

- Resolución de problemas abiertos incluyendo la toma razonada y democrática de decisiones;
- Elaboración de proyectos en pequeños grupos cooperativos;
- Realización de trabajos prácticos de campo;
- Juegos de simulación y de “roles” (role-playing);
- Participación en foros y debates;
- Presencia de especialistas en el aula y de personas de la comunidad educativa;

- Visitas a fabricas y empresas; exposiciones y museos científico-técnicos; complejos de interés científico y tecnológico; parques tecnológicos etc;
- Breves períodos de formación en empresas y centros de trabajo;
- Implicación y actuación civil activa en la comunidad.

En apoyo a las actividades de la educación CTS, se han construido materiales educativos que poseen los siguientes criterios en su elaboración:

- Contemplar las interacciones entre ciencia, tecnología y sociedad.
- Promover puntos de vista equilibrados para que los estudiantes puedan elegir conociendo las diversas opiniones, sin que el profesor tenga necesariamente que ocultar la suya.
- Ejercitar a los estudiantes en la toma de decisiones y en la solución de problemas.
- Promocionar la acción responsable, alentando a los estudiantes a comprometerse en la acción social, después de haber considerado sus propios valores y los efectos que pueden tener las distintas posibilidades de acción.
- Buscar la integración, haciendo progresar a los estudiantes hacia visiones más amplias de la ciencia, la tecnología y la sociedad, que incluye cuestiones éticas y de valores.

Una estrategia pedagógico-didáctica con enfoque CTSA interesante y que ha obtenido buenos resultados corresponde a los Casos Simulados (CSs) siendo una de las metodologías más atractivas para el aprendizaje del estudiante, porque permite desarrollar a través de debates,

habilidades argumentativas, participativas y propositivas rompiendo así con el ambiente rutinario manejado en aula de clase, de igual forma, promueve la confrontación de ideas por medio de la controversia acerca de problemas sociales, ambientales y tecnológicos, dentro de los cuales están presentes algunos conceptos científicos (Martínez y Rojas, 2006; Gordillo, 2005).

Los CSs consisten en una articulación educativa de controversias públicas con desarrollo tecno-científico con implicaciones sociales y medioambientales. Según Gordillo (2005) en la simulación se trata de utilizar una noticia ficticia pero verosímil que permita plantear controversias en el estudiante donde éstos investigan sobre cómo varios actores sociales influyen en la noticia y las complementan con sus ideas, opiniones y diversos intereses.

Una modificación importante de los CSs fue propuesta por nuestro grupo de investigación (Martínez y Rojas 2006) al construir estos casos a partir de la selección y preparación cuidadosa de noticias reales de periódicos, ofreciendo al estudiante un problema socio-ambiental de su entorno sea local, regional, nacional o global. Para proponer un caso simulado (CS) en el aula se requiere:

- Seleccionar una noticia real que registre un problema socio-ambiental que puede ser de interés para los estudiantes. Esta selección debe hacerse cuidadosamente a partir de una revisión rigurosa de periódicos lo cual garantiza el conocimiento del tema facilitando su abordaje pedagógico.
- Establecer claramente los contenidos de enseñanza involucrados en el problema socio-ambiental.

- Realizar un diagnóstico de las ideas y conocimientos previos que tienen los estudiantes tanto del problema socio-ambiental como de los contenidos de enseñanza.
- Caracterizar concepciones de los estudiantes sobre las relaciones CTSA.
- Presentación de la noticia objeto de discusión.
- Identificación conjunta (estudiantes y profesor) de actores sociales que participan de la controversia contenida en la noticia.
- Acordar con los estudiantes la organización de grupos para representar los actores sociales identificados.
- Los grupos conformados deben involucrarse en un proceso de consulta de diferentes materiales (artículos, videos, noticias, libros, etc) que les permita construir los argumentos que usarán en el debate. En este punto el profesor debe orientar la selección de información relevante y contribuir en la construcción de argumentos.

En los casos simulados (CSs) el profesor debe orientar la construcción de la simulación, apoyado en el grupo moderador, por su parte, los estudiantes se constituyen en verdaderos investigadores de información documental, buscando construir argumentos convincentes de acuerdo con el actor social que representan.

Los CSs son una alternativa educativa, donde se propicia el aprendizaje social de acuerdo con la participación en determinadas controversias tecno-científicas.

2. Metodología

La metodología de trabajo usada en la investigación fue cualitativa, entendida

como una síntesis general de los enfoques hermenéuticos y críticos de la investigación en las ciencias sociales. En este sentido, la investigación cualitativa tiene como fin el estudio de la realidad y a partir de ella se interpretan los fenómenos dependiendo los significados del ámbito social en el cual se desarrolla el individuo. Implica entonces que la recopilación del material por parte del investigador será muy amplia debido a que ella debe reflejar todo el ecosistema social del sujeto.

Taylor y Bogdan, citado por Rodríguez, Gil y García (1999, p. 33) conciben la investigación cualitativa como *aquella que produce datos descriptivos: las propias palabras de las personas habladas o escritas*; indicando que la investigación cualitativa es inductiva, ve el todo (escenario y sus personajes) bajo una perspectiva holística, sistémica, amplia e integrada.

En la investigación participaron 85 jóvenes que cursaban grado décimo (educación media²) en el Colegio Atanasio Girardot de Bogotá-Colombia de los cuales, 43 pertenecían al grado décimo uno (10-01) y 42 al grado décimo dos (10-02). Las edades de los estudiantes oscilaban entre los 14 a 18 años. Del mismo modo participaron los autores de este artículo como profesores investigadores.

Siguiendo la metodología expuesta se plantearon dos etapas. La primera

consistió en indagar las relaciones entre CTSA según los 85 estudiantes, para lo cual se diseñó un cuestionario con siete (7) puntos con base en la propuesta de Solbes y Vilches (2004).

En la segunda etapa se diseñó e implementó el caso simulado (CS) con el objetivo de que los estudiantes establecieran relaciones CTSA como parte de su formación ciudadana. Además se aplicó otro cuestionario de cinco puntos para valorar los avances de los estudiantes después de la implementación del CS. Los resultados obtenidos en las etapas de la investigación se presentan a continuación.

3. Consideraciones de los estudiantes sobre las relaciones CTS

En conformidad con la pregunta uno del cuestionario implementado en la primera etapa: *¿cuáles consideras que son los problemas ambientales más graves que afectan nuestro país?*, los resultados obtenidos (tabla 1) muestran que la mayoría de respuestas ofrecidas por los estudiantes consideran que el mayor problema ambiental que enfrenta el país es la contaminación atmosférica referenciando dentro de ella causas como los gases emitidos por los automóviles y las industrias, el humo desprendido por el cigarrillo y la descomposición del capa de ozono. En segunda posición se encuentran los residuos sólidos en donde mencionan las basuras arrojadas a las calles y los desechos tóxicos o industriales, seguida de la contaminación hídrica y la contaminación de los bosques, haciendo mención principalmente a la deforestación e incendios. Finalmente señalan en menor frecuencia varios problemas ambientales

² El sistema educativo colombiano de acuerdo con la ley 115 de 1994 (ley general de la educación) está constituido por los siguientes niveles: nivel preescolar, conformado por 3 grados de los cuales 1 es obligatorio; nivel de educación básica, conformado por 9 grados obligatorios; nivel de educación media, conformado por 2 grados obligatorios; nivel de educación técnica; nivel de pregrado (programas profesionales) y nivel de postgrado (especializaciones, maestrías y doctorados).

como la contaminación auditiva, la contaminación visual y la contaminación del suelo.

	Problema Ambiental	Número de respuestas
1	Contaminación atmosférica	49
2	Residuos sólidos	34
3	Contaminación Hídrica	19
4	Contaminación bosques	14
5	Otros	10

Tabla 1. Problemas ambientales descritos por los estudiantes de grado décimo. Colegio Atanasio Girardot de Bogotá-Colombia.

En relación con la pregunta dos (2): *¿consideras que la ciencia y la tecnología aportan beneficios y/o perjuicios en relación con los problemas ambientales?*, en la tabla 2 se muestra como el 28 % de los estudiantes opinan que la ciencia y la tecnología aportan tanto beneficios como perjuicios a los problemas ambientales, una de las razones que fue con mayor frecuencia encontrada señala que las personas no saben manejar los adelantos científicos y tecnológicos y por lo tanto usan esos adelantos exageradamente produciendo vehículos y fábricas para contaminar.

El 26% de los jóvenes opinan que la ciencia y la tecnología aporta beneficios a los problemas ambientales, considerando

que éstas mejoran la calidad de vida y mediante sus adelantos reducen los niveles de contaminación, citando ejemplos tales como: *creación de vehículos con gas natural como combustible, y uso de filtros en las industrias reduciendo la emisión de gases.*

Por el contrario, el 18% de los estudiantes piensan que la ciencia y la tecnología perjudican, citando como ejemplo las industrias tecnificadas que terminan contaminado aun más la atmósfera. Finalmente se encuentra el 12% de jóvenes respondiendo a esta pregunta en forma cerrada si-no sin brindar ninguna justificación; el 16% restante no responde.

Respuesta	N° respuesta	%
Beneficio y Perjuicio	24	28
Beneficio	22	26
Perjuicio	15	18
No responden	14	16
Respuestas cerradas	10	12

Tabla 2. Opiniones de los estudiantes respecto a beneficios o perjuicios de la ciencia y la tecnología. Colegio Atanasio Girardot de Bogotá-Colombia.

Frente a la Pregunta tres (3): *¿consideras que los problemas*

ambientales mencionados afectan de alguna forma el sector donde estudias? sí__no__ ¿por qué? el 72% de los estudiantes responden de forma afirmativa considerando dentro de sus respuestas apreciaciones como: *la contaminación atmosférica está en todas partes y nos afecta a todos; cada vez son más las enfermedades respiratorias.*

El 26% de los alumnos prefirió no responder, de lo que se infiere, que no logran relacionar algunos tipos de contaminación atmosférica en el sector que estudian y por tanto no se ven afectados con dicha problemática ambiental. El 2% restante piensa que los problemas ambientales no afectan el sector donde estudian.

En cuanto a la pregunta cuatro (4): *identificas fuente de contaminación atmosférica en el sector sí __no__ ¿cuáles?* la mayoría de los estudiantes (80%) responden afirmativamente a la pregunta identificando como fuentes de contaminación atmosférica, los automóviles que transitan por el sector y algunas industrias ubicadas en este. Solo el 14% de los estudiantes responden negativamente a esta pregunta no identificando las fuentes que contribuyen a aumentar la contaminación del sector en el cual estudian y un 6% de ellos no respondieron.

Al preguntarles a los estudiantes sobre si había algunas soluciones ante los problemas ambientales existentes en el lugar donde estudian (pregunta cinco), un 46% respondieron que sí existen alternativas para solucionar problemas ambientales, indicando por ejemplo, que una forma de disminuir los gases tóxicos es implementando gas natural en los

vehículos o disminuyendo el flujo de estos en las principales avenidas, además consideran que las fábricas deben utilizar controles o filtros ambientales que bajen las emisiones de gases tóxicos, también se requiere la construcción de zonas verdes alrededor de ellas. Así mismo, señalaron que la realización de campañas o programas ambientales con la personas podría contribuir. Entretanto un 54% de los estudiantes respondieron que no hay soluciones viables ante las problemáticas ambientales.

Al preguntar a los estudiantes en manos de quién o de quiénes está la solución a los problemas ambientales identificados (pregunta seis), el 40% de los estudiantes se abstuvo de responder este cuestionamiento; el 24% consideró que la toma de decisiones llevaría a las posibles soluciones o, por lo menos, mitigaría la contaminación que según ellos se encuentra en la comunidad, en todas las personas y en cada uno de nosotros, es decir que las soluciones dependen de la conciencia, responsabilidad y compromiso con el medio ambiente.

Un 21% de los jóvenes consideran que las decisiones que se deben tomar frente a la problemática están en manos del gobierno o del estado, algunos de ellos mencionan específicamente la Alcaldía Local y la Alcaldía Mayor de Bogotá, entidades del estado como el Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales (IDEAM), Ministerio de Medio Ambiente, e incluso mencionan la responsabilidad que tiene el presidente de la República.

Es evidente que los estudiantes opinan que la responsabilidad sobre los problemas ambientales indicados, se

encuentra en determinados sectores, especialmente señalan que la responsabilidad compete al gobierno, desconociendo que ellos también pueden hacer parte de los problemas y por tanto su participación es importante en el abordaje de los mismos.

Tan sólo un 13% de los estudiantes opinan que la responsabilidad sobre los problemas ambientales puede ser compartida por la comunidad y el gobierno, de ello algunos expresan que la solución implica un trabajo en conjunto. Un 2% de los jóvenes atribuye la responsabilidad en la solución de los problemas a los directivos y dueños de las industrias.

Visualizando la posibilidad de desarrollar un CS con los estudiantes, en la pregunta número siete (7) se consideró pertinente indagar si les gustaría participar de un debate que contara con la participación de diferentes actores sociales (representantes de industrias, representantes del gobierno, autoridades ambientales, organizaciones ambientales, representantes de instituciones educativas, representantes de la comunidad) y en caso de responder positivamente que indicaran a cuál de los actores le gustaría representar.

Un 72% de los jóvenes respondió que les gustaría participar del debate, manifestando que sería importante para corregir muchos problemas y mejorar la calidad de vida, además que encontraban interesante tener la posibilidad de tomar decisiones, enfrentar los problemas y buscar sus posibles soluciones. En cuanto al actor que les gustaría representar la mayoría de ellos señaló a las organizaciones ambientales, seguido de

los representantes de las instituciones educativas, los representantes de la comunidad, los representantes del gobierno y los representantes de la industria.

Un 16% de los estudiantes respondieron que no les gustaría participar y un 12% no respondió la pregunta.

A manera de síntesis se obtuvo la siguiente información del análisis de resultados del cuestionario:

- Los estudiantes reconocen algunos problemas ambientales del país, en especial el de la contaminación atmosférica.
- Las relaciones CTSA no están del todo claras para los estudiantes cuando se les pregunta por posibles soluciones a los problemas ambientales y responsabilidades de actores concretos.
- Los resultados obtenidos muestran que los estudiantes evidencian conocimiento de diversas problemáticas ambientales, no obstante, no establecen posibles soluciones a las mismas y una gran mayoría no saben en manos de quién o de quiénes estaría la construcción de posibles soluciones.

4. Construcción y desarrollo del caso simulado (CS)

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la primera etapa, se optó por el desarrollo de la metodología de casos simulados siguiendo las propuestas de Martínez y Rojas (2006); Gordillo (2005) y Osorio (2002).

La figura 1 muestra la estructura del caso simulado, observando que en primer lugar, se presentan a los estudiantes dos noticias reales acerca de la contaminación

atmosférica: “Puente Aranda se intoxica” y “Yumbo: se duplica índice de polución”, las cuales fueron publicadas en periódicos oficiales de Colombia (Noguera, 1994 y Pérez, 2000).

El criterio de elección de las noticias se fundamentó principalmente en los resultados obtenidos en la primera etapa de la investigación, en la que la mayor parte de los estudiantes manifestaron, que uno de lo problemas ambientales más

graves de Colombia es la contaminación atmosférica. En este sentido se seleccionaron dos noticias que estaban enfocadas en la contaminación atmosférica que enfrentan las ciudades de Bogotá y Yumbo Valle, y en los perjuicios sociales y de salud que padecen los habitantes de cada uno de estos sectores como consecuencia de esta problemática ambiental.

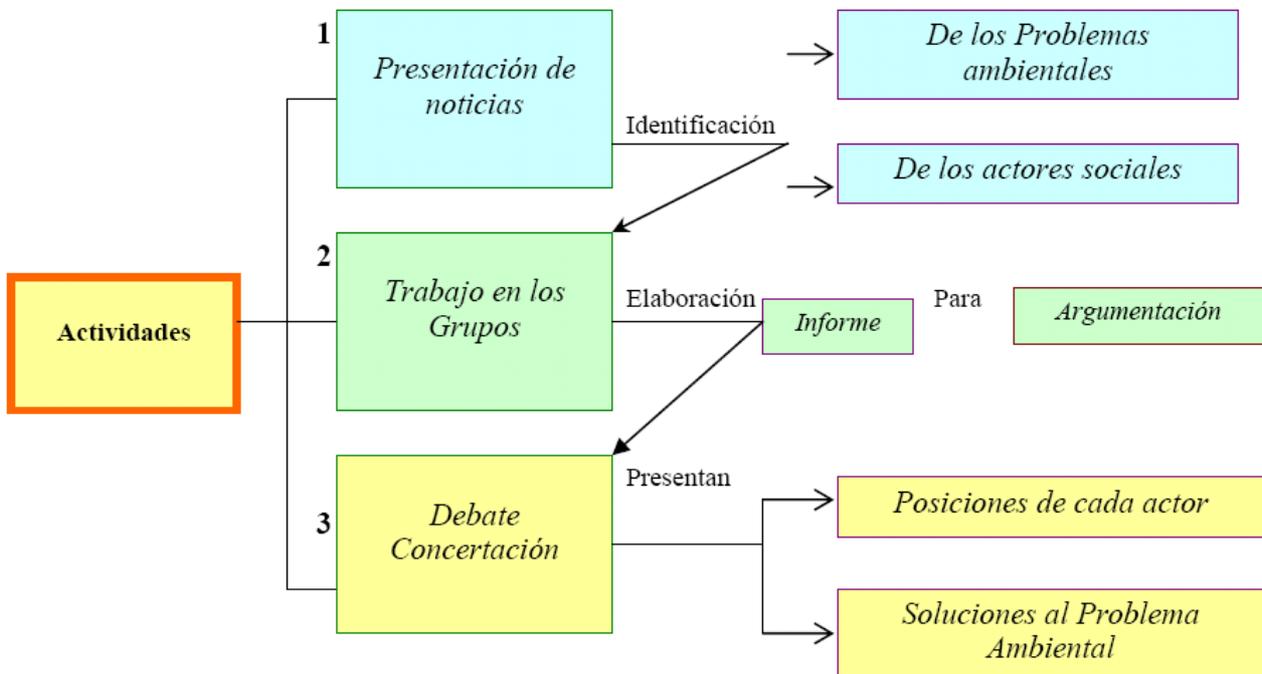


Figura 1. Estructura del caso simulado.

Presentadas las noticias a los estudiantes y dado el tiempo pertinente para su lectura, conocimiento y análisis respectivo, se realizó seguidamente la discusión de las mismas y se identificaron los siguientes aspectos: problemática ambiental, causas y fuentes de contaminación atmosférica y perjuicios sociales.

Además se identificaron roles y responsabilidades mencionadas en las noticias, conforme a ello, fueron

repartidos los actores sociales que participarían en la controversia: actor social, actor industrial, actor científico, actor político, actor educativo y actor moderador.

El actor social referido a miembro de las juntas de acción comunal de Puente Aranda y Yumbo Valle, tendría la responsabilidad de representar la comunidad involucrada en las noticias, siendo ellos los más afectados con la contaminación atmosférica y la lluvia

ácida generada por las industrias y los vehículos en las dos localidades.

El actor industrial representaría a los dueños de las industrias del sector de Puente Aranda y de Yumbo Valle. El actor científico, conformado por representantes académicos del IDEAM, era el equipo encargado de presentar los efectos perjudiciales que representa la emisión de gases como bióxido de carbono (CO_2), monóxido de carbono (CO), monóxido de nitrógeno (NO), bióxido de nitrógeno (NO_2), monóxido de azufre (SO) y bióxido de azufre (SO_2). Además enfatizaron en explicar las reacciones químicas involucradas en la producción de lluvia ácida.

El actor educativo representaría a la comunidad de estudiantes, profesores y padres de familia de las escuelas pertenecientes a los sectores de Puente Aranda y Yumbo Valle.

El actor político, representaría a las autoridades del gobierno encargados de proteger a los ciudadanos, garantizando el derecho de tener un ambiente sano, este actor es responsable de hacer cumplir las políticas establecidas en la legislación constitucional con respecto a la contaminación atmosférica, y emitir las sanciones necesarias a quienes incurran en el incumplimiento de estas, así como actuar en beneficio de la comunidad.

El actor ambiental representaría en su conjunto los integrantes de un grupo ambiental. Este grupo debe actuar procurando bienestar social y la preservación del medio ambiente.

Además de los actores mencionados se conformó un grupo conciliador y un grupo de protocolo, el primero tenía como responsabilidad convocar al debate y

buscar el establecimiento de acuerdos, en este sentido, su papel es el de escuchar mediar y finalmente informar las alternativas de solución que podrían plantearse de acuerdo a lo expuesto por los demás actores en el momento de efectuarse el debate. Por su parte, el grupo de Protocolo estaría a cargo de organizar la controversia, moderar y presentar el informe de ejecución del debate.

Durante el desarrollo de las sesiones de trabajo cada actor elaboró informes (Ver Anexo³) en los cuales sistematizaban sus puntos de vista sobre la problemática discutida en clase, estos informes enriquecieron los debates que fueron orientados por el grupo moderador (grupo de protocolo).

El desarrollo del caso simulado fue gravado y posteriormente se aplicó otro cuestionario para valorar los avances de los estudiantes, de acuerdo con esto a continuación se presenta un análisis de los resultados obtenidos en términos de las relaciones CTSA y la enseñanza de la química.

5. Relaciones CTSA y enseñanza de la Química

En el CS fue abordada la lluvia ácida tanto como un problema socio-ambiental como un tema que posibilita la comprensión conceptual de las reacciones químicas.

Es así como se gestó un grupo que representaba a la comunidad científica, el cual compartió y enseñó las reacciones químicas a sus demás compañeros con la orientación de los profesores

³ En este anexo se muestran las primeras páginas de algunos informes elaborados por los estudiantes de acuerdo con el actor que representaban.

investigadores.

Para el estudio de las reacciones químicas en contexto CTSA el grupo de estudiantes expuso a sus compañeros la temática en tres momentos. El primer momento consistió en describir el proceso de formación de la lluvia ácida mediante la identificación de sustancias involucradas en este proceso, sin entrar concretamente en el tema de las reacciones químicas.

En el segundo momento se establecieron las reacciones químicas del proceso de la lluvia ácida y se discutió el concepto de reacción química, como una transformación que implicaba la formación de nuevas sustancias a partir de la ruptura y formación de enlaces químicos.

En este proceso de estudio de las reacciones químicas se tuvo cuidado en trabajar adecuadamente los niveles de representación macroscópico y microscópico (Galagovsky et al, 2003).

En el tercer momento se estudiaron documentos de la lluvia ácida en Colombia caracterizando las ciudades del país donde se manifiesta con mayor frecuencia este fenómeno. De acuerdo con lo anterior, los estudiantes lograron identificar y representar las sustancias y sus correspondientes reacciones químicas en el problema de la lluvia ácida.

Fue interesante que después del estudio de las reacciones químicas involucradas en la lluvia ácida, los estudiantes manifestaran tener la capacidad de dar a conocer este tema a otras personas.

La comprensión de las reacciones químicas estuvo articulada al estudio de las repercusiones que generan en el medio ambiente. Este análisis fue realizado desde los argumentos del grupo ambiental, por

cuanto tuvieron bajo su responsabilidad presentar a los demás actores de la controversia los perjuicios y daños en los ecosistemas generados por la lluvia ácida.

El grupo ambientalista definió la lluvia ácida *como un fenómeno que se produce al combinarse vapor de agua con óxidos de azufre, carbono y nitrógeno formando los ácidos sulfúrico, nítrico y carbónico*. Esta definición fue presentada a todos los actores en el momento de realizar su defensa por el medio ambiente y el bienestar de las comunidades de Puente Aranda y Yumbo Valle.

Seguidamente el grupo hizo una presentación corta y concreta a todos los participantes, enfatizando en los efectos de la lluvia ácida en los ecosistemas acuáticos terrestres. De lo anterior se logró evidenciar en los estudiantes una posición de alarma frente a los argumentos del grupo ambientalista. Como evidencia de ello los muchachos manifestaron: *si se sigue contaminando de esta forma vamos a quedar sin aire para respirar; el aire es de todos debemos cuidarlo, porque no podemos quedarnos sin él*. Estas expresiones expresan preocupación por el deterioro ambiental producto de la contaminación atmosférica, su conocimiento e interpretación en los problemas ambientales y su compromiso individual para aportar soluciones a tal problema.

En relación con el cuestionario que fue implementado después del desarrollo del CS se evidenciaron los siguientes resultados.

En cuanto a la primera pregunta *¿piensas que tus conocimientos en química pueden contribuir de alguna forma a solucionar problemas que se*

relacionan con tu cotidianidad? si__ no__ ¿por qué? un alto número de estudiantes (68) opinan que los conocimientos en química y lo aprendido en esta asignatura si se relacionan con su cotidianidad, un número menor de ellos (15) respondieron negativamente frente a la pregunta y 2 jóvenes responden talvez.

En las razones ofrecidas por los estudiantes que respondieron positivamente se expresa la importancia de tiene la química para comprender problemas de su entorno: *la química es útil para conocer todo lo que rodea al ser humano; todo lo que nos rodea esta compuesto por química; el debate realizado me permitió asociar los conocimientos de reacciones químicas que producen la lluvia ácida; si, porque se puede comprender mejor problemáticas ambientales como la lluvia ácida, además, se pueden buscar soluciones; si porque nos permite conocer todo lo que nos rodea.*

Ocho de los estudiantes que responden negativamente la pregunta no ofrecen razones que permitan saber el porqué de sus respuestas. El restante de los estudiantes (7) niegan encontrar relación alguna de la química con la cotidianidad frente a ello señalan razones como: *la química no me sirve para solucionar problemas familiares, emocionales; no se tienen los conocimientos necesarios como para solucionar problemas.* Aunque el número de estudiantes que piensan que la química no tiene relación con su entorno es bajo, no puede depreciarse y como toda estrategia de enseñanza muestra limitaciones en la metodología implementada.

Con respecto a la segunda pregunta *¿que piensas de la química ahora?* la mayoría de respuestas indican que es una materia muy útil e importante para la vida cotidiana, además que es fácil de aprender, no obstante, se presentan respuestas que señalan que *la química es algo difícil de aprender* y junto con ello que *es una materia más*; es evidente que en estos jóvenes no se fomentó una actitud favorable hacia el estudio de la química.

Frente a la tercera pregunta *¿la metodología implementada produjo en ti interés y una actitud positiva hacia la clase de química? si__no__ ¿por qué?* la mayoría de estudiantes (67) respondieron positivamente, presentando diversas razones⁴ tales como: porque es una forma fácil, nueva y divertida de aprender (17); la metodología del debate permitió y facilitó mi aprendizaje en la materia y además entender que la química no son sólo formulas (9); porque la metodología de trabajar en grupo facilita una mejor comprensión de la materia (7); porque no es aburrida, se aprende más y se nota la importancia de la química (6); porque es una forma fácil, nueva y divertida que facilitó en mi la comprensión de la materia (14); porque nos relacionamos con los problemas ambientales y los prejuicios a la humanidad (13) y porque el trabajo en grupo facilitó mi aprendizaje (11).

Tan sólo 7 estudiantes responden negativamente y un estudiante no responde.

En las últimas dos preguntas (cuarta y quinta) del cuestionario se buscó indagar

⁴ Conforme a la metodología cualitativa usada se buscó agrupar las respuestas de los estudiantes en categorías que conservaran el sentido otorgado por ellos, visualizando de esta forma los sujetos involucrados en el proceso y no solamente la organización de las respuestas hechas por los investigadores.

si además de haber generado interés y una actitud favorable en los estudiantes hacia la química, ellos establecen relaciones entre CTSA.

Dentro de los resultados obtenidos para la cuarta pregunta *¿piensas que la química está relacionada con la ciencia, la tecnología, sociedad y ambiente. si___ no___ ¿por qué?* se obtuvieron buenos resultados, de los 85 estudiantes 81 establecen relaciones de la química con la ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente, expresando las siguientes razones: la química es una ciencia que avanza con la tecnología para beneficio de la humanidad, porque todo está compuesto de química (27); todo está compuesto por química, por lo tanto tiene relación con la ciencia, la sociedad y el ambiente (14); porque la química hace parte de la ciencia y con las acciones tecnológicas que pueden ayudar a la tecnología y la sociedad (9); tiene mucho que ver con todos porque desde la química se puede solucionar el problema de la lluvia ácida (8); porque todas en conjunto pueden ayudar a que haya menos contaminación (7); la química se relaciona con todos los campos (6); está muy relacionada con el medio ambiente, la humanidad, la ciencia y la tecnología en la búsqueda de soluciones a los problemas (5); toda la química y sus compuestos son importantes (5).

Tan solo dos estudiantes consideran que la química no está relacionada con la sociedad, la tecnología y el ambiente y dos no responden.

Para la quinta y última pregunta del cuestionario *¿consideras que la metodología en la cual participaste contribuyó a tu formación como*

ciudadano y facilita ahora tu aprendizaje de la química? si___ no___ ¿por qué? 71 estudiantes responden positivamente indicando las siguientes razones: porque aprendí de la lluvia ácida y como afecta la humanidad (25); porque se puede estar consciente de los problemas ambientales y de cómo solucionarlos (11); por que trataré de mejorar como ciudadano y de contaminar menos (8); porque facilitó en mi una mejor comprensión de la química y entendimiento de los problemas ambientales (7); porque en la participación en el debate se logró plantear alternativas de solución frente a la lluvia ácida (7); porque conocí sobre los problemas ambientales (7); porque ayuda a reflexionar como ciudadano y se fomenta el interés por aprender (4); porque me permitió conocer las problemáticas de otras localidades (2).

Siete estudiantes responden negativamente, cuatro no responden y tres consideran que tal vez la química contribuye a su formación como ciudadano.

Consideraciones finales

Los análisis presentados en la segunda etapa de la investigación son indicadores que la metodología de los Casos Simulados (CSs) contribuye en establecer relaciones entre CTSA, por parte de los estudiantes, además, fomenta en ellos la responsabilidad y compromiso como ciudadanos, al comprender el problema de la lluvia ácida y al buscar posibles soluciones frente a este problema socio-ambiental.

En los dos cursos se logró potencializar la responsabilidad de los

estudiantes para la comprensión de su papel en el debate y en una sociedad con complejos y diversos problemas socio-ambientales. Así mismo, se evidencia que la metodología de CSs es una estrategia alternativa e innovadora que puede dinamizar y por tanto mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de la química en el nivel de educación media.

Es de resaltar que en la estrategia desarrollada a la hora de caracterizar y apropiarse diferentes papeles de actores sociales (actor social, actor industrial, actor científico, actor político, actor educativo y actor moderador) involucrados en un problema socio-ambiental, se logra promover en los estudiantes criterios de reflexión entorno al desempeño, responsabilidad y compromiso de dichos sectores, conduciéndolos al estudio y comprensión del problema tratado. Además ese proceso brinda un ambiente de aprendizaje dinámico y enriquecedor para la comprensión de la química en contexto CTSA.

No puede dejar de ser considerado que como toda estrategia pedagógica y didáctica, la metodología de casos simulados presenta algunas limitaciones, especialmente en visualizar algunos puntos de vista propios de los estudiantes sobre la problemática ambiental discutida, ya que en el desarrollo del debate se favorece la argumentación de acuerdo con la representación de papeles, lo que puede desviar la atención de las ideas que realmente tienen los estudiantes, por tanto, se recomienda el uso de registros (diario de campo, grabación de audio o grabación audiovisual) para analizar la construcción de puntos de vista propios.

Además, en ocasiones puede ser necesario el uso de otras actividades didácticas (debates abiertos, salidas de campo, foros, etc.) articuladas a los casos simulados que favorezcan el posicionamiento personal de los estudiantes.

Como perspectiva de este trabajo se considera importante involucrar en los currículos y proyectos educativos institucionales estrategias pedagógicas y didácticas fundamentadas en el enfoque CTSA, específicamente con la implementación de casos simulados que permitan que los estudiantes asuman roles de actores sociales que se encuentran involucrados en importantes controversias públicas en donde la ciencia y la tecnología juegan un papel importante. Así mismo, conviene estudiar cómo se construyen y desarrollan procesos argumentativos en los estudiantes relacionados con controversias socio-ambientales durante la implementación de un caso simulado.

Referencias Bibliográficas

- ACEVEDO, José. Cambiando la practica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS. *Revista Borrador*. n.13. 1996. p. 26-30. Disponibles en <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo2.htm>. Acceso en: 25. mar. 2005.
- CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. Ley General de Educación: Ley 115 de 1994. Bogota: Instituto Para el Desarrollo de la Democracia Luís Carlos Galán. 1994.
- EDWARDS, M; GIL-PEREZ, D; VILCHES, A y PRAIA J. La atención a la situación del mundo en la educación científica. *Enseñanza de las ciencias*, v. 22, n. 1, p. 47-64. 2004.
- GALAVOSKKY, L et al. Representaciones mentales, lenguajes y códigos en la enseñanza de las ciencias naturales. Un ejemplo para el aprendizaje del concepto de reacción química,

a partir del concepto de mezcla. *Enseñanza de las ciencias*. v. 21, n. 1, p.107-121. 2003.

GORDILLO, M. *La vacuna del Sida: un caso sobre salud, investigación y derechos sociales*. España: OEL, 2005.

LUJAN, J y LÓPEZ, J. Educación CTS en acción: Enseñanza secundaria y universidad. En: GONZÁLEZ, M; LÓPEZ, J y LUJAN, J. *Ciencia, Tecnología y Sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. España: Tecnos, 2000. cap. 12, p. 225-252.

MARTÍNEZ, L y ROJAS, A. Estrategia didáctica con enfoque ciencia, tecnología sociedad y ambiente, para la enseñanza de tópicos de bioquímica. *Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología: Tecne, Episteme y Didaxis*. n. 19, p. 44-62. 2006.

MEMBIELA, I. Una revisión del movimiento educativo ciencia – tecnología – sociedad. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 15, n. 1, p. 51-57. 1997.

MEMBIELA, P. Ciencia-Tecnología-Sociedad en la enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Experimentales. *Alambique*, n. 3, p. 7-11. 1995.

NOGUERA, I. Yumbo: se duplica índice de polución. *LA NACIÓN*, Cali, 10 mar.1994.

OSORIO, C. La educación científica y tecnológica desde el enfoque ciencia tecnología y sociedad aproximaciones y experiencias para la educación secundaria. *Revista iberoamericana de educación*. n. 28, p. 61-81. 2002.

PEREZ, M. Puente Aranda se Intoxica. *EL TIEMPO*, Bogotá, agos. 2000.

RODRÍGUEZ G; GIL, J y GARCIA, E. *Metodología de la investigación cualitativa*. 2. ed. España: ALJIBE, 1999. 378p.

SOLBES Y VILCHES. Papel de las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente en la formación ciudadana. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 22, n.3, p. 337 -348. 2004.

Leonardo Fabio Martínez Pérez é professor do Departamento de Química da Universidade Pedagógica Nacional, Bogotá, Colômbia, membro do Grupo de investigação, alternativas para a enseñanza de las ciencias e doutorando em Educação para Ciência, UNESP, Campus de Bauru, SP. E-mail: lemartinez@uni.pedagogica.edu.co.

Diana Carolina Peñal e Yenny Maritza Villamil são Licenciadas em Química pela Universidade Pedagógica Nacional, Bogotá – Colômbia.

Anexos

Primeras páginas de algunos informes elaborados por los estudiantes de acuerdo con el actor que representaban.

Informe del protocolo

<p style="text-align: center;">Lluvia Corrosiva</p> <p style="text-align: center;">Debate</p> <p style="text-align: center;">Protocolo</p> <p style="text-align: center;">Paola Gomez Christian L. Guerrero</p> <p style="text-align: center;">1001 JM</p> <p style="text-align: center;">Colegio Distrital Atanasio Girardot.</p> <p style="text-align: right;">2005</p>	<p style="text-align: center;">"Lluvia Corrosiva"</p> <p>Des casos criticos: Puente Aranda, Bogotá; Yumbo Valle</p> <p style="text-align: center;">Debate</p> <p>- Organización</p> <p>+ Tiempo: 110 minutos</p> <p>- 8 minutos por actores</p> <p>+ Lugar: Salon de clases</p> <p>• Problemas Presentados</p> <p>Los problemas presentados en estos dos lugares tratan sobre la contaminación que esta siendo practicada por las industrias, a causa de esto se está produciendo una serie de problemas ambientales como la lluvia acida y la aparición de enfermedades a los habitantes de estos dos sectores.</p>
---	--

Informe Grupo conciliador

<p style="text-align: center;">PROBLEMATICA AMBIENTAL Lluvia Acida</p> <p style="text-align: center;">Julian Lasso. Paola Torres William Ballester. Gonzali Jarama Juliett Cruz et.</p> <p style="text-align: center;">Curso: 10-02</p> <p style="text-align: center;">Presentado a: Area de Quimica Conciliador</p> <p style="text-align: center;">2005</p>	<p style="text-align: center;">PROBLEMATICA AMBIENTAL. Lluvia Acida</p> <p>En el debate se vio que todos los sectores estaban en desacuerdo el uso del agua y cada uno en el debate muestra las debilidades de cada uno.</p> <ul style="list-style-type: none"> • El sector político se definen diciendo que ninguno de los parlés son cooperaciones de ello. • El sector social dice que no hay organización ni cooperación entre los grupos y es el sector mas afectado • El sector educativo dice que no hay apoyo del gobierno en cuanto a dineros para concientizar a los jóvenes que son el futuro del país. • El sector científico dice lo mismo, ellos hacen muchas estudios y experimentos que los niveles de contaminación vanidos cada día más, pero piden apoyo del gobierno para hacer investigaciones a encontrar soluciones para los problemas, habiéndolo de mano con las empresas. • El Sector Ambiental reclama un punto de vista entre todos los afectados para así ellos poder investigar y decidir con la descontaminación de los plantas, porque son las más afectadas.
--	--

Informe actor industrial

<p style="text-align: center;">Lluvia Corrosiva</p> <p>DES CASOS CRITICOS: BOGOTÁ Y YUMBO VALLE</p> <p style="text-align: center;">ACTOR SOCIAL: INDUSTRIAL</p> <p style="text-align: center;">NELLY GARCIA ANDRES TRUJILLO VIVIANA VARGAS ALEXANDER SERRANO PAOLA MORANO</p> <p style="text-align: center;">ATANASIO GIRARDOT AREA DE QUIMICA BOGOTÁ 2005 - 1001</p>	<p>Objetivo:</p> <p>Nuestro objetivo es mejorar el contenido de los productos para así tratar de mejorar el medio ambiente con la compañía case tiempo.</p> <p>Argumentos:</p> <p>Nuestros las industria desearios trabajar en el proyecto case tiempo pero poder mejorar el bienestar del ser humano, pero resulta que el sector político ni nos ha brindado la ayuda prometida para llevar a cabo este proyecto, ahora si este sector no se hace responsable de la ayuda prometida, nosotros no podemos hacer nada, puesto que el dinero no nos alcanza para suministrar y disminuir la cantidad de químicos.</p> <p>Nuestros proveedores desearios el ser humanos, puesto que prácticamente nuestros productos los usa a diario (de la teta la ropa), no solo por la utilidad del producto, si no tambien recibimos a cualquier hora, pero particularmente de nosotros depende el salero economico tanto de sus personas como</p>
---	--

Informe Grupo científico

<p style="text-align: center;">INFORME DE QUIMICA</p> <p style="text-align: center;">INTEGRANTES DEL GRUPO CIENTIFICO:</p> <p style="text-align: center;">JOHANA GONZALES ADRIAN GONZALES JHON FREDY GONZALES LEONARDO SUÑTES MARIA ISABEL MORA LAURA ROBBIGUEZ</p> <p style="text-align: center;">INSTITUCION EDUCATIVA DISTRITAL ATANASIO GIRARDOT</p> <p style="text-align: center;">BOGOTÁ D.C. 2005</p>	<p style="text-align: center;">LLUVIA ACIDA.</p> <p>El componente principal de la lluvia acida es el agua, esta agua puede reaccionar con los componentes de la atmósfera.</p> <p>La lluvia es acida cuando su PH es menor de 5.6.</p> <p>La generación de la lluvia acida implica reacciones del oxígeno con compuestos de azufre y nitrógeno para formar ácidos que se disuelven en el agua siendo los responsables del aumento de acidez.</p> <p>La lluvia acida fue descubierta en el siglo XIX con una investigación hecha por un británico llamado Smith y fue quien le dio el nombre de "acid rain". Posteriormente otros investigadores alertaron más seriamente a los gobiernos. Los componentes iniciales para la lluvia acida son oxígeno, óxido de nitrógeno, óxido de azufre y agua.</p> <p style="text-align: center;">PRECURSORES QUIMICOS DE LA LLUVIA ACIDA.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Combustibles fosiles. El origen de sustancias acidas de la lluvia acida o la utilización de combustibles fosiles y de otros minerales los productos de desecho, residuos o derivados son liberados al aire sin tratamiento previo. Los dos contribuyentes mas determinantes de esta contaminación son: • EL ÓXIDO DE AZUFRE (SO₂). Es un gas incoloro, no inflamable que presenta un olor acre o concentración es superior a 3ppm. • EL ÓXIDO DE NITROGENO (NO₂). Es un gas pardo rojizo, no inflamable, tóxico que se caracteriza por un olor muy asfáltico. • EL OXIDANTE NITRICO (NO). Es un gas incoloro, inodoro, no inflamable pero tóxico. Entre cuatro compuestos son comúnmente denominados como óxido de nitrógeno. La combinación de algunos compuestos son extremadamente altos como: El óxido de azufre con un 65-70 % a la acidez de las precipitaciones mientras que los óxidos de nitrógeno lo hacen en una proporción de 25-30%. Ya que todos los combustibles fosiles contienen azufre, pero este contenido varia. En el gas natural la concentración promedio es de 0.05% en el petróleo 0.3-0.5% y en el carbón es de 2.2%. En estos minerales y algunos compuestos orgánicos el azufre existe como sulfato de hidrogeno. Cuando se produce la combustión el azufre contenido en los compuestos y en las piritas y sulfatos es oxidado a bisulfato de azufre y liberado con otros gases de la atmósfera. En la combustión el 90% es azufre y el 1% trióxido de azufre. • TRIOXIDO DE AZUFRE (SO₃). Es un gas incoloro muy reactivo que puede convertirse fácilmente para su punto de ebullición es de 44.8 °C. En condiciones normales se encuentra el trióxido de azufre en la atmósfera porque reacciona rápidamente con la humedad formando ácido sulfúrico.
--	--