

Enseñar ciencias en un mundo en riesgo. Antecedentes y propuestas curriculares y didácticas

José Joaquín García García *

Grupo de Investigación Innovaciencia
Universidad de Antioquia

Resumen

Este artículo presenta algunas reflexiones sobre las problemáticas de las sociedades contemporáneas en relación con las propuestas curriculares y didácticas en torno a la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. Para ello, se enumeran algunas de las problemáticas que aquejan nuestras sociedades contemporáneas y se las relaciona con la axiología de dichas sociedades; se presenta la propuesta curricular de Hodson centrada en la pertinencia del currículo y es mostrado el enfoque para la educación en ciencias denominado Ciencia – Tecnología – Sociedad – Medioambiente. Finalmente, se exponen tres propuestas didácticas enmarcadas en este enfoque, diseñadas por educadores de Argentina, de España y de Colombia, esta última, denominada “Talleres Integrados de Ciencias”, elaborada como innovación didáctica en forma de curso, por el autor, en el marco del programa de Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, de la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia.

Palabras claves: Ciencia, Tecnología, Sociedad, Medioambiente, didáctica

Summary

Teaching science in a world at risk. Background, didactics and curricular proposals. José Joaquín García García. *This article presents some thoughts on the problematic faced in contemporary societies in relation to the curricular and didactic proposals around teaching and learning sciences. Some of the problems faced in our contemporary societies are listed and related to the axiology of such societies. The curricular proposal of Hodson centered in the relevance of the curriculum is presented to introduce an approach for teaching sciences known as Science-Technology-Society- Environment. Finally, three didactic proposals focused on this approach are exposed. They are designed by educators of Argentina, Spain and Colombia. This last one called “Integrated Sciences Workshops” was designed by the author, as an innovative didactic for a course. It was created within the framework of the Elementary School Education Degree with emphasis in Natural Sciences and Environmental Education, at the Faculty of Education of the University of Antioquia.*

Key words: Science, Technology, Society, Environment, Didactic.

* Dr. Ed. Profesor Titular del área de Didáctica de las Ciencias. Coordinador del Grupo de Investigación Innovaciencia. Facultad de Educación. Universidad de Antioquia. Medellín. Colombia.

Problemáticas contemporáneas y sus fundamentos axiológicos:

En el mundo actual nos enfrentamos a problemáticas de carácter global que afectan el futuro de toda la humanidad. En primer lugar, la crisis ambiental que ha impactado todo los lugares del planeta. Es así como todos los días nos enteramos de nuevos índices del agravamiento de esta crisis, tales como el deshielo masivo de los casquetes polares, la extinción de especies animales y vegetales a niveles aun mayores que los presentados durante la época de los dinosaurios, el descontrol de los climas en todas partes del mundo evidenciado en la formación inusual de grandes huracanes, tsunamis y tormentas que han provocado macro- catástrofes y grandes pérdidas en vidas humanas y en recursos económicos, etc. Es importante anotar que dicha crisis ambiental mundial, además de tener causas naturales como el cambio progresivo de la orientación del campo magnético terrestre descubierto desde hacia varias décadas o el aumento de la actividad solar, también es generada por fenómenos atribuibles al comportamiento de la especie humana. Es así como los seres humanos de hoy, orientados por la búsqueda rápida de ganancias, justifican el crecimiento y desarrollo agresivo de sus ciudades, con las consecuencias negativas para el medio ambiente que todos ya conocemos.

En segundo lugar, de la misma forma es innegable el estado de injusticia social global en que se encuentra el planeta Tierra. Dicen los datos que tan sólo el 30% de las personas disfrutan de condiciones de vida dignas y aproximadamente el 70% de los 6.000 millones de los habitantes del planeta padecen hambre, escasez y carencia de servicios básicos así como de acceso a la educación y a la salud (sólo en Latinoamérica son alrededor de 170 millones de personas). No sobra decir que estas profundas desigualdades e injusticias sociales son generadoras de conflictos y de violencia por todo el orbe (en este momento se desarrollan alrededor de 52 guerras en el mundo). Por otra parte, es necesario aclarar que los conflictos bélicos alrededor del mundo son capitalizados y atizados por aquellos países que captan recursos provenientes de la industria militar.

En tercer lugar, también a nivel global se observa que se está produciendo una concentración de poder, recursos y conocimiento, en unos pocos poderosos. Dicha concentración hace que la tecnociencia y sus posibilidades se concentren también en estos poderosos y aparezcan fenómenos como el biopoder y el tecnopoder, que limitan las posibilidades de las personas de vivir y de desarrollar sus sociedades, al limitar su acceso a las nuevas tecnologías de la salud, de la información y del manejo de recursos energéticos.

En cuarto lugar y como consecuencia de la problemática citada en los párrafos anteriores, los sistemas educativos se han condicionado a las políticas económicas comerciales y de consumo de los poderosos y han adoptado el discurso de las transnacionales. Esto ha causado que dichos sistemas educativos se diseñen a espaldas de los jóvenes y de la sociedad (Lemke, 2006) y persigan reducir a los sujetos a la categoría de prosumidores no libres para construir su futuro económico, político, educativo y social (Apple, 1993). Según Galeano (2002), la no participación de los jóvenes en la construcción de su plan académico les imposibilita el convertirse en profesionales auténticos, al no responsabilizarlos de su proceso de formación, y en cambio ofrecerles una educación fundada en conocimientos no solicitados que en la actualidad ya no tiene objeto. De acuerdo con este mismo autor, sólo una educación que tenga en cuenta los intereses y las aspiraciones de los jóvenes puede ser capaz de formar ciudadanos en libertad.

En quinto lugar, y más como una condición contemporánea que como una problemática, hoy nuestras sociedades son multiétnicas, multiculturales, globales, y al mismo tiempo altamente desarrolladas en el campo tecnocientífico. Lo problemático es que esta doble condición de complejas y altamente desarrolladas de las sociedades contemporáneas, contrasta con el analfabetismo integral que ellas padecen, pues la mayoría de sus integrantes son incapaces de tomar

decisiones tecnocientíficas de manera informada y no están empoderados para actuar como verdaderos ciudadanos en un mundo democrático y libre. Por otra parte, autores como Hodson (2003) han llamado la atención acerca del enfoque que se está dando a la búsqueda de soluciones para estas problemáticas. Este autor sostiene que dicha búsqueda de soluciones ha sido fragmentada, superficial, imprecisa y reduccionista. Hodson basa sus afirmaciones en la carencia que presentan las soluciones propuestas hasta ahora para estos problemas, de componentes culturales que abarquen los elementos éticos, estéticos, sociales, económicos, históricos y educativos.

Refiriéndose a este componente cultural, el mismo autor subraya como un grupo de valores propios de las sociedades actuales son también elementos responsables de la generación de las problemáticas anteriormente mencionadas. Entre los valores contemporáneos desencadenantes de las problemáticas actuales, Hodson se refiere, en primer lugar, al valor de la competencia como valor dominante que no deja espacio a la cooperación entre los sujetos. En segundo lugar, este autor se refiere al valor del determinismo tecnológico que impide el desarrollo de tecnologías limpias y adecuadas para todos los países. En tercer lugar, se refiere el antropocentrismo eurocentrista como valor contemporáneo que le quita la dignidad a toda otredad constituida por todo tipo de culturas diferentes a la occidental y europea y por todo grupo humano portador de un carácter que implique diferencia como las condiciones económicas, étnicas y de credo religioso. Este antropocentrismo, además, despoja de derechos al mundo natural convirtiéndolo en un objeto más para ser explotado hasta los límites de su agotamiento. En cuarto lugar, Hodson llama la atención sobre un grupo de antivalores que se han convertido en valores en las sociedades contemporáneas y que también son elementos generadores de las problemáticas actuales. Entre dichos antivalores se encuentran el egocentrismo social y ambiental, la proclividad a la violencia y la intolerancia al fracaso. Los antivalores mencionados por Hodson surgen en una sociedad orientada por un estilo de vida basado en la individualidad como máxima expresión de la modernidad, y en la belleza, la riqueza y el lujo, como expresiones de un mundo dominado por la estética y que ha abandonado a la ética como elemento regulador de las relaciones entre sus integrantes.

Ante las problemáticas enumeradas y su contexto, surge la necesidad de realizar un sinnúmero de tareas en los ámbitos político, tecnocientífico y educativo. Entre estas tareas se contarían el disponer las bases de un desarrollo sostenible como la disposición de tecnologías, energías y alimentos limpios y la prevención de enfermedades y catástrofes. Además, se imponen tareas como universalizar y ampliar los derechos democráticos, económicos, sociales y educativos. Por otra parte, la resolución de las problemáticas mencionadas pasa por llevar a cabo acciones en el campo educativo con el fin de formar ciudadanos comprometidos y leales, y con valores adecuados. Estos ciudadanos deben ser capaces de participar, tomar de decisiones, dialogar y negociar en el marco de la solución de las problemáticas anteriormente enunciadas y, además, de defender sus derechos y los de la sociedad en su conjunto.

En los próximos párrafos se expondrá la propuesta curricular que hace Hodson (2003), junto al enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad-Medio ambiente (STSE por sus siglas en inglés). Además, luego se tratarán de forma muy breve, tres propuestas didácticas diferentes que se articulan a dicha propuesta curricular y al enfoque STSE.

La propuesta curricular de Derek Hodson (Hodson, 2003)

Este autor propone que el currículo debe incluir los siguientes ejes temáticos

- Salud: ese eje temático incluiría tópicos como nutrición, drogas, natalidad, enfermedades de transmisión sexual, epidemias y pandemias como VIH SIDA y Hepatitis B.

- Comida y agricultura: este eje temático es considerado hoy fundamental en un mundo atacado por la crisis alimentaria y por el reemplazo de cultivos alimentarios por cultivos destinados a la producción de biocombustible.
- Tierra, agua y recursos minerales: este eje se convierte en central en el currículo, al enfrentarnos a la crisis ambiental global que literalmente pone al planeta en peligro.
- Energía, recursos y consumo: el agotamiento de los combustibles fósiles y los conflictos ocasionados por la disputa entre los países por el control de dichos combustibles, como en el caso de Colombia y el Medio Oriente, vuelven fundamental a este eje en el currículo de ciencias.
- Industria: en este eje se tratarían tópicos como manufactura, servicios y biotecnología. Es importante decir que aunque estos temas siempre han estado alejados del currículo, son medulares para el sostenimiento económico de un país.
- Transferencia de información y transporte: este eje temático se hace central en un mundo controlado por la información y por el conocimiento.
- Libertad y control de la tecnociencia: en este eje temático se proponen temas relacionados con la ética y la responsabilidad social en las ciencias. Entre estos temas se podrán contemplar la manipulación genética, el uso del potencial nuclear, la creación de inteligencia artificial y la creación de tecnologías nocivas para el medio ambiente, entre otros.
- Preservación del ambiente natural: este eje puede tornarse como el articulador que garantice la formación para la vida y para su preservación.

Es claro que esta propuesta propone lo que se ha dado en llamar un currículo socialmente pertinente y en contexto. Lo que Hodson no deja claro, son las vías metodológicas a través de las cuales puedan desarrollarse sus propuestas temáticas. Además, tampoco es claro si Hodson restringe su propuesta curricular solo a lo que en Colombia se llama el nivel de Educación Básica y Media o la hace extensiva a todos los niveles educativos. Por otra parte, si que es claro que esta propuesta curricular con ejes temáticos pertinentes guarda íntima relación con el enfoque STSE para la educación científica y se distancia de las propuestas basadas en el aprendizaje de contenidos (significados) acercándose al aprendizaje de contenidos con sentido (significados en acción).

Por otra parte, es importante anotar que las propuestas curriculares socialmente pertinentes, se articulan muy bien con el objetivo de contribuir a la formación integral de los sujetos y a la construcción de las identidades culturales nacional, regional y local, como lo proponen las normas colombianas al establecer orientaciones para la elaboración del currículo (MEN, 2002).

El enfoque ciencia-tecnología-sociedad-medioambiente (STSE)

Este enfoque para la educación en ciencias pretende básicamente dos objetivos. En primer lugar, formar ciudadanos con aptitud y actitud de diálogo y negociación, capaces de participar en sus sociedades en la toma de decisiones tecnocientíficas sobre prioridades de investigación y controversias ambientales, sanitarias y de consumo. Estos ciudadanos así formados, también estarían en capacidad de empoderarse de su futuro y ser artífices de sus propias vidas. En segundo lugar, el enfoque STSE persigue educar para una comprensión y difusión pública de la ciencia y de la cultura científica, para popularizar la ciencia y sus formas de pensamiento. Este segundo objetivo va de la mano con el de convertir a la ciencia y a la tecnología en algo pertinente, accesible, importante y útil para los estudiantes.

Para lograr estos propósitos en el enfoque STSE se presentan las siguientes recomendaciones metodológicas, curriculares y didácticas:

- Articulación de las ciencias naturales con otras ciencias. Articular la ciencia experimental con otras ciencias, implica relacionar de forma amplia y suficiente las ciencias experimentales con ciencias como la matemática, la historia, la literatura, la economía y la política. En esta perspectiva muchos autores ya han hecho propuestas curriculares basadas en el uso de relatos narrativos para enseñar ciencias (Millar y Osborne, 1998) y apuestas de formatos no científicos como el teatro para aproximarse a temas científicos (Brecht, 1974; Frayn, 1998).
- Ambientalización del currículo (García, 2003): ambientalizar el currículo requiere de formular una visión ampliada del medio ambiente, en la que se incluyan además del componente natural, los desarrollos, innovaciones e inventos tecnológicos que hacen parte de la vida cotidiana en el siglo XXI. Dicha ambientalización incluye la discusión acerca del impacto social de estas innovaciones tecnológicas.
- Tratamiento de los tópicos a través de la resolución de problemáticas. Desde esta perspectiva los temas deberían de abordarse en el marco de procesos de resolución de problemas científico-sociales. Dichos problemas deberían ser, en lo posible, relevantes para el estudiante. Es decir, dichas problemáticas deberían ser cercanas a sus intereses y a sus experiencias y tocarían temas como la salud, la sexualidad, la higiene, la alimentación y la tecnología.
- Tratamiento de dimensiones éticas y axiológicas en ciencia y tecnología. Este tratamiento implica incluir en la clase de ciencias la discusión acerca de los perjuicios y beneficios militares, comerciales y políticos del desarrollo científico, así como la influencia de éste en la generación de hechos históricos y en el cambio de las sociedades. Dicho tratamiento implicaría establecer la conexión entre la ciencia y la tecnología con la acción política en la democracia. Esta conexión podría establecerse de manera más explícita cuando se tratasen temas como clonación, mezcla de genes, contaminación, radiaciones, aditivos, uso comercial y militar de la ciencia etc.
- Uso de procedimientos, formas y métodos para crear conocimiento. Este componente del enfoque STSE presupone incluir en las clases de ciencias actividades propias de la generación de conocimiento. Entre dichas actividades se pueden contemplar aquellas que faciliten la reflexión racional, el trabajo en equipo, la búsqueda y elaboración de conclusiones a partir de evidencias, la elaboración de hipótesis, el diseño de experimentos y el uso eficiente de las nuevas tecnologías para acceder, analizar e interpretar la información, expresada en múltiples formas de representación.

Por otra parte, el enfoque STSE puede muy bien relacionarse con la tendencia curricular problematizadora desarrollada en el ámbito latinoamericano por el Programa Interdisciplinario de Investigaciones en Educación en la República de Chile (PIIE), (Magendzo A. 1997:67). Esta tendencia curricular, que se basa en la teoría crítica de la educación y tiene un carácter emancipatorio, plantea una educación y un currículo de calidad con equidad, en una perspectiva democratizadora preocupada por la pertenencia curricular (Galeano, 2002). Para ello la tendencia curricular problematizadora formula una visión que integra lo político, lo social, lo cultural, lo económico y lo disciplinar, y por lo tanto, los componentes afectivos, cognitivos, axiológicos y de formación ciudadana del aprendizaje. De acuerdo con Galeano (2002), el currículo problematizador comprende tres momentos: preactivo, de interacción, y de evaluación. El momento preactivo o de diagnóstico plantea abordar situaciones problema que se correspondan a las necesidades, intereses y expectativas de los estudiantes, surgidas de sus propias tensiones en la cotidianidad. Así, dichas situaciones emergen de la interacción social, del barrio, de la familia y de los medios de comunicación. Por otra parte, las problemáticas abordadas deberán ser articuladas a los contenidos propuestos en los planes de estudio oficial ubicándolos como parte de núcleos temáticos y definiendo los conceptos y principios que lo comprometen. Es decir, en el momento preactivo el docente construye una propuesta de acción frente a la situación problemática para que los

estudiantes la aborden. En el momento de interacción los estudiantes en un ambiente de aprendizaje adecuado y motivador, delimitan el problema, aclaran sus intereses de solución, el tipo de solución a formular y su valor, formulan hipótesis como alternativas de solución al problema elegido, buscan información y verifican sus hipótesis. Finalmente, el momento de la evaluación es el espacio en el cual se determinan los logros del proceso, sus dificultades y aquellos aspectos que pueden mejorar en procesos futuros (Galeano, 2009).

Tres propuestas didácticas:

A continuación se expondrán tres propuestas didácticas enmarcadas en el planteamiento curricular de Hodson y en el enfoque STSE. La primera de ellas es la propuesta argentina que plantea el uso de situaciones problemáticas como estrategia integradora de la ciencia y la tecnología (Vásquez, Bustos, Núñez y Mazitelli, 2004). Esta propuesta es netamente metodológica y es independiente de las temáticas propuestas para desarrollarla. La segunda propuesta proviene de España y se ha denominado “la ciencia para el mundo contemporáneo” (Fernández Gonzáles, 2008). Esta segunda propuesta se constituye en un claro intento por contextualizar, contemporanizar y hacer pertinente a las ciencias experimentales en la educación básica. Esta segunda propuesta, por el contrario, se centra en un grupo de contenidos aunque también hace un grupo de orientaciones metodológicas. La tercera propuesta, es la que el autor de este texto ha construido y que presenta por primera vez aquí, en este artículo. El autor ha denominado a esta propuesta “Talleres integrados de ciencias”. Esta propuesta es elaborada por el autor en la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia en Colombia, en el marco del programa de Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Esta tercera propuesta está diseñada en forma de un curso en el marco del programa de formación de docentes de ciencias que van a enseñar en el nivel de educación básica. Esta propuesta aboga por la integración de la ciencia y la tecnología a través del tratamiento integral de la tecnociencia y en particular de las innovaciones e inventos científicos y tecnológicos más importantes del último siglo.

La propuesta española, denominada “La ciencia para el mundo contemporáneo”, se formula de acuerdo con Fernández Gonzáles (2008) debido a la existencia de un grupo de problemáticas en la educación en ciencias que se imparte en España. Entre estas problemáticas se puede observar el carácter académico y formalista de la ciencia que se imparte en las escuelas y colegios, que la desarticula de lo cotidiano y de los medios de comunicación. Por otra parte, también se evidencia en el sistema educativo español poca atención a la naturaleza real de la ciencia y un desinterés creciente de los jóvenes por la ciencia y la tecnología.

Teniendo en cuenta estas carencias del sistema educativo español, la propuesta de “Ciencia para el mundo contemporáneo” además de basarse en el enfoque STSE y de adoptar sus premisas como el enfoque problemático y la metodología contextual, incluye otros elementos como la propensión por un desarrollo sostenible y la inclusión de los elementos propios de la actuación de los científicos y de la investigación científica, como orientadores de las actividades a llevar a cabo en el aula. De esta manera, la propuesta española plantea los siguientes pasos como elementos metodológicos de base para ser llevada a cabo:

- Planteo de un problema con temática sugestiva
- Expresión de creencias iniciales
- Estudio de conceptos implicados
- Búsqueda de información complementaria
- Trabajo investigativo documental
- Realización de experiencias.

Igualmente, en esta propuesta se plantean una serie de contenidos comunes y otros de carácter específico. Entre los contenidos comunes se encuentran tópicos como la diferenciación entre ciencia y no ciencia, además de los procesos implicados en el análisis de problemas científicos y tecnológicos, en la búsqueda y selección de información y en la toma de decisiones. Así mismo, estos contenidos comunes incluyen otras temáticas más generales como las contribuciones de la ciencia a la sociedad y la problemática acerca de los límites que deberían tener los conocimientos científicos y tecnológicos.

Por otra parte, los contenidos específicos incluidos en esta propuesta española contemplan aspectos como el lugar de la especie humana en el universo, como vivir más y mejor, el desarrollo sostenible, la innovación y creación de nuevos materiales y tecnologías para la sociedad con nuevas necesidades y, la posibilidad de vivir en armonía en un mundo global, en el cual existe una tensión entre la sociedad de la información y la sociedad de conocimiento.

La propuesta de ciencia para el mundo contemporáneo ha sido criticada desde varios puntos de vista. En primer lugar, los docentes de ciencias la tildan de poco profunda y de ser más bien superficial, es decir, de corresponderse con lo que ellos llaman ciencia de bajo nivel. En esta misma línea muchos docentes han opinado que la superficialidad se evidencia cuando en las aulas se cambia las leyes científicas por simples argumentos. En segundo lugar, otros docentes, por el contrario, llaman la atención sobre su falta de preparación conceptual y metodológica para abordar los contenidos planteados por esta propuesta. En tercer lugar, esta propuesta podría constituir sólo una innovación dentro de un currículo tradicional. En primer lugar porque habla de contenidos y no de temáticas relacionadas con la práctica. En segundo lugar, porque podría convertirse en un curso más impuesto desde las directivas ministeriales, en el que se propone un grupo de contenidos articulados en él, pero desarticulados del resto del currículum y sin gran impacto sobre él. Este es el caso de lo que ha ocurrido en Colombia con la implementación por directivas ministeriales de cursos aislados de educación para la ciudadanía, constitución y, educación sexual, entre otros.

La propuesta argentina titulada “Situaciones problemáticas como estrategia integradora de la ciencia y la tecnología” (Vásquez, Bustos, Núñez y Mazitelli, 2004), es netamente metodológica y plantea la consecución de varios objetivos, entre los que se encuentran: integrar conceptos, procedimientos y actitudes, identificar las demandas del contexto y relacionar las ciencias con sus aplicaciones tecnológicas cotidianas. Así mismo, esta propuesta persigue que los estudiantes aprendan a identificar los pasos para elaborar y ejecutar un proyecto y a reflexionar sobre su rol de usuarios, de los recursos naturales y sobre el impacto social y ambiental de la ciencia y la tecnología. En esta propuesta se ofrecen los siguientes pasos u orientaciones metodológicas generales para que sean implementadas con los estudiantes de ciencias:

- ❖ Detección de necesidades: los estudiantes determinan de acuerdo a la situación cuáles son las necesidades más importantes que se deben cubrir.
- ❖ Planteo de situación problemática: luego de determinar las necesidades importantes los estudiantes seleccionan aquella que crean más pertinente y la plantean como situación problema a resolver.
- ❖ Identificación de recursos: en este paso los estudiantes ponen en conexión la necesidad que determinaron como problema y los recursos con los cuales ellos cuentan.
- ❖ Procesos de producción desde el insumo hasta el producto: cuando la resolución del problema requiere de la generación de productos tangibles, los estudiantes deben de diseñar el proceso a través del cual ellos van a elaborar dicho producto. Estos procesos pueden incluir la utilización de sistemas técnicos o el diseño y la construcción de herramientas o máquinas.

- ❖ Elaboración de planes: esta fase incluye la elaboración de programas de acción para la realización de las actividades diseñadas en los cuales se incluyan los funciones, los roles y las formas de organización de los estudiantes que están llevando a cabo el proyecto de resolución del problema.
- ❖ Puesta en marcha del proyecto: en esta fase se ejecutan las acciones planteadas y planeadas en los pasos anteriores.
- ❖ Evaluación, ajuste y reformulación: en este paso a partir de los resultados obtenidos puede procederse a mejorar o a optimizar las actividades realizadas o a cambiarlas según sea el caso.
- Establecimiento de contextos de uso: en esta fase final los estudiantes deben establecer los impactos y los efectos ambientales de las soluciones que ellos hallaron a la problemática seleccionada.

De acuerdo con Vásquez, Bustos, Núñez y Mazitelli (2004), la implementación de esta propuesta integradora entre ciencia y tecnología se ha encontrado con varias dificultades. En primer lugar, su implementación se ha dificultado por la falta de práctica de los estudiantes en la resolución de problemas abiertos y reales. En segundo lugar, también se ha dificultado por la poca conciencia que tienen los estudiantes acerca de cuáles son sus necesidades o de cuáles podrían ser en una situación. En tercer lugar la aplicación de esta propuesta se ha topado con las dificultades propias del uso de la tecnología necesaria y generalmente usada para la resolución de problemas de carácter práctico.

La propuesta del autor originada en la Universidad de Antioquia (Colombia), se denomina “Talleres integrados de ciencias” y está enmarcada en un programa de formación de maestros (docentes) en el campo de las ciencias experimentales para la educación básica. Esta propuesta además de aceptar los presupuestos del enfoque STSE se caracteriza por tres elementos básicos: 1), hace énfasis en la Integración de las ciencias sociales y naturales. 2), insiste en la ambientalización del currículo, de la cual ya se habló en este artículo. 3), en esta propuesta es central el uso de los inventos tecnocientíficos generados durante la era contemporánea, con el fin de articular las ciencias experimentales y las ciencias sociales. La inclusión de estos tres elementos en la propuesta de los talleres integrados pretende básicamente dos objetivos: primero, recuperar el sentido de la maravilla y de la curiosidad por el estudio de los fenómenos naturales en un mundo lleno de innovaciones científicas y tecnológicas; segundo, la propuesta pretende recontextualizar los conceptos científicos en el mundo de la vida y en particular en el mundo tecnológico actual, e igualmente ofrecer la posibilidad de analizar desde las teorías científicas estos artefactos y procesos tecnológicos.

Es importante anotar que esta propuesta puede ser implementada en las áreas de Química, Física y Biología. Para dicha implementación se proponen los siguientes pasos metodológicos:

- ❖ Introducción de elementos históricos sobre un invento: en esta etapa el invento seleccionado se enmarca en el momento histórico en el cual fue producido y en las condiciones de la época.
- ❖ Elaboración de una pregunta problémica sobre un invento: En esta etapa se formula una pregunta que comienza con lo técnico: ¿Cómo funciona?
- ❖ Reformulación de la pregunta problémica: ¿Por qué funciona así? En esta fase se introducen los fundamentos científicos teóricos propios que explican los principios de funcionamiento del aparato o tecnología escogida, haciéndose la articulación teoría - desarrollo tecnológico.
- ❖ Introducción de elementos técnicos y funcionales: en esta fase luego de la articulación de la teoría científica al invento escogido se trata de dar una solución conjunta a los interrogantes sobre cómo funciona y por qué lo hace de esta manera y no de otra.

- ❖ Contextualización social, cultural y económica: finalmente en esta fase los estudiantes tratan de establecer el impacto del invento tecnológico escogido en la sociedad de su tiempo y en la actual, y de determinar las consecuencias de su aparición en la historia humana en los aspectos económicos, ambientales y políticos.

Es importante anotar que estos talleres integrados de ciencias articulados a la formación de docentes, persiguen que los estudiantes cultiven la habilidad en el diseño de unidades didácticas en las que articulen las propiedades de artefactos tecnológicos a la enseñanza de las ciencias. En el cuadro 1 se puede observar la planificación temática de un taller integrado de Química en la que se corresponden principios químicos y objetos tecnológicos.

Cuadro1. Planificación por contenidos y problemáticas del taller integrado de Química

Contenidos	Problemas relacionados:
1. El átomo en contexto:	¿Qué es la energía nuclear? ¿En qué consiste el proceso de enriquecimiento de uranio? ¿En qué se diferencia una bomba fusión de una de fisión? ¿Qué pasó en Hiroshima y Nagasaki?
2. Estructura y propiedades de los elementos y compuestos: electrones, ionización, rotación de moléculas.	¿Cómo funciona una televisión normal? ¿Que es una cañón de electrones? ¿En una televisión de plasma se ionizan los átomos, en qué consiste este proceso? ¿En una pantalla de cristal líquido las moléculas rotan y la luz se polariza, por qué?
3. La energía necesaria para producir trabajo como producto de reacciones químicas.	¿Cuál es el papel de la combustión en un motor de cuatro tiempos?, ¿Cómo funciona una locomotora de vapor?
4. Las propiedades de los fluidos y de los gases en contexto.	¿Los globos aerostáticos flotan o vuelan? ¿Por qué lo pueden hacer? ¿Cómo y por qué funciona un paracaídas? ¿Qué diferencias hay entre un paracaídas, un globo y un dirigible?
5. Las relaciones energía materia: la rotación molecular en moléculas polares.	¿Por qué funciona un horno microondas? ¿Como lo hace? ¿Su funcionamiento se relaciona con la estructura química de los compuestos orgánicos ricos en agua? ¿Cómo funcionan los teléfonos móviles o celulares? ¿Cuál es el efecto de las microondas en la salud?
6. Puntos de fusión y ebullición, fenómenos relacionados con la presión.	¿Cómo funciona una olla a presión? ¿Por qué su uso representa un ahorro de energía?
7. La luz como expresión de la estructura de la materia.	¿Cómo se produce la electricidad? ¿Cómo es que las lámparas y las bombillas generan luz incandescente? ¿En qué se diferencian las lámparas incandescentes comunes de las fluorescentes y de las halógenas? ¿Existe un equilibrio químico clásico en estas últimas? ¿Cómo cambió la electricidad al mundo?

8. El calor y el frío como expresiones de principios termodinámicos.	¿Cómo funciona un refrigerador? ¿Por qué se puede gozar de aire acondicionado? ¿Qué principios gobiernan el proceso de enfriamiento? ¿Cuántos tipos de refrigeración existen actualmente? ¿Cómo influyen las necesidades de enfriamiento y calentamiento del mundo industrializado en la lucha por recursos energéticos?
9. La polimerización de los compuestos:	¿Qué son los plásticos? ¿Cómo se elaboran? ¿Cuántos tipos de plásticos existen? ¿Cuál es el impacto ambiental de los plásticos?
10. La oxidación de compuestos químicos en la industria:	¿Cómo se producen los alcoholes antisépticos y para el consumo humano? ¿Qué reacciones químicas gobiernan su producción? ¿Qué reacciones químicas generan en el cuerpo humano los alcoholes?

Por otra parte, los temas que se pueden tratar en los talleres integrados de ciencias pueden ser articulados a las grandes temáticas propuestas en los estándares básicos de competencias en Ciencias Naturales, propuestas por Ministerio de Educación Nacional de Colombia, para los niveles de educación básica y media. En el cuadro 2, sin pretender agotar las posibilidades de la propuesta de talleres integrados de ciencias, puede observarse cómo muchos de los temas propios del currículum de educación básica pueden articularse a problemáticas de carácter tecnológico.

Cuadro1. Contenidos del currículum de la educación básica con problemáticas tecnológicas

Contenidos	Problemas relacionados:
Grados primero a tercero Funcionamiento de los sentidos Autocuidado Estados de la materia, Fuentes de energía Ondas Gravedad	¿Cómo funcionan las máquinas que imitan los sentidos como la cámara fotográfica, los sensores de movimiento o las narices electrónicas? ¿Cómo actúa la crema dental en nuestros dientes? ¿Por qué limpian y desinfectan los jabones? ¿Por qué se funden los metales? ¿Cómo se elaboran bloques y ladrillos? ¿Por qué genera luz una bombilla? ¿Cómo se genera la electricidad? ¿Cómo detectamos las ondas sísmicas? ¿Cómo entran las voces y las canciones a la radio? ¿Por qué los planetas del sistema solar parecen conservar una posición estable? ¿Por qué Júpiter tiene 14 satélites y la tierra sólo tiene uno?
Grados cuarto y quinto Célula Ecosistema Transferencia de energía, Sistema solar, Movimientos terrestres-clima-Efecto-invernadero Atmósfera Microorganismos Consumo de drogas y adicciones Deporte y salud física.	¿Qué es posible hacer hoy usando la clonación? ¿Cuáles son las causas de la actual extinción de especies? ¿Qué salidas puede encontrar la crisis energética mundial? ¿Cómo afectan el clima las manchas solares irregulares y los cambios en el campo magnético terrestre? ¿Cómo se forma la lluvia ácida? ¿Qué es la guerra biológica? ¿Cómo evitar las pandemias VIH y Hepatitis B? ¿Cuál es la acción bioquímica de los estupefacientes? ¿Cuáles son sus usos terapéuticos? ¿En qué consiste el uso de esteroides en el deporte?
Grados sexto y séptimo Membranas,	¿Qué filtros y membranas se usan en la industria y en la medicina?

División celular, Mecanismos de obtención de energía de los seres vivos, Origen de la vida, Ciclo del agua, Estructura de la materia Formación de estrellas Recursos naturales Sexualidad Uso industrial y farmacéutico de microorganismos	¿En qué consiste a tecnología de las células madre? ¿Cómo se producen los alimentos?, ¿cómo generar nuevos alimentos? ¿Se pueden crear nuevos seres vivos por manipulación genética? ¿Cómo funcionan las tecnologías del agua? ¿Cómo funcionan las bombas nucleares de fisión y de hidrógeno o de fusión? ¿Cómo funcionan los telescopios celestes? ¿Cómo funcionan las tecnologías para generar energías limpias? ¿Cómo funcionan los métodos anticonceptivos para controlar la natalidad y las enfermedades de transmisión sexual? ¿Cómo se producen los licores y alcoholes? ¿Cómo se elabora el pan?, ¿Cómo sintetizar medicamentos como antibióticos? ¿Cómo elaborar vacunas?
Grados superiores Disoluciones Ácidos y bases, el ADN el ácido de la vida, La naturaleza de los gases, Los ciclos termodinámicos, Naturaleza de la luz y de las ondas mecánicas, Comportamiento de compuestos químicos inorgánicos y orgánicos	¿Cómo se realiza la producción de bebidas gaseosas?, ¿Cómo se hace un antiácidos?, ¿Pueden identificarte y sanarte genéticamente? ¿Cómo funciona un globo aerostático? ¿Cómo funcionan los motores, los refrigeradores y el aire acondicionado? ¿Cómo funciona el láser y la fibra óptica? ¿Cuál es el mecanismo por el cual suenan los instrumentos musicales? ¿Cómo sintetizar y producir sustancias cotidianas como plásticos, condimentos, productos de belleza y aseo, o colorantes?

A manera de conclusión

Las reflexiones aquí presentadas, muestran cómo la complejidad de las sociedades actuales - afectadas por problemáticas ambientales, económicas, ciudadanas y axiológicas-, requieren soluciones que consideren no solo los aspectos técnicos si no también los de orden cultural, e incluyan la integración de las ciencias sociales con las ciencias naturales alrededor de asuntos problemáticos. Muestra también que las propuestas didácticas construidas con el fin de contribuir a la educación en ciencias experimentales, deben estar centradas en el tratamiento de situaciones problemáticas pertinentes, articuladas a la solución de necesidades y relacionadas con la comprensión de la tecnociencia contemporánea. De la misma manera, se puede anotar que la implementación de dichas propuestas educativas debe ser realizada en diferentes niveles, entre los cuales se encuentran la formulación de los currículos y programas oficiales, la creación de nuevas metodologías y la formación de los docentes de ciencias experimentales.

Bibliografía:

APPLE, M.W. (1993). Official Knowledge: Democratic Education in a Conservative Age, Nueva York, Routledge.

BRECH. B. (1974). La vida de Galileo Galilei. Edita Arte y Literatura, La Habana, Cuba.

FERNÁNDEZ González M. (2008). Ciencias para el mundo contemporáneo. Algunas reflexiones didácticas, Revista Eureka Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, vol. 5, núm. 2, pág. 185-199. <http://www.apac-eureka.org/revista/>

FRAYN, M. (1998). Copenhague. Nueva York, Methuen Drama, Random House.

GALEANO, J. R. (2002). *Para ser educador en el siglo XX*. Un texto de apoyo a la transformación curricular en Normales, Facultades, Escuelas e Institutos. Un enfoque del currículo como proceso integral-global. Colección Aula Abierta. Edita Facultad de Educación Universidad de Antioquia.

GARCÍA, J.J. (2003). Didáctica de las ciencias resolución de problemas y desarrollo de la creatividad. Edita Magisterio. Bogotá Colombia.

GALEANO, J. R. (2009). *La Pedagogía Social*. Currículo y educación para la democracia en la modernidad. Material de apoyo N. 3 Proyecto: La resignificación de la formación de maestros y maestras miradas desde la pedagogía social, en la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia y la Escuela Normal Superior “Genoveva Díaz” de San Jerónimo. Edita Grupo CHHES. Facultad de Educación, Universidad de Antioquia.

HODSON, D. (2003). Time for action: science education for an alternative future international, Journal of science Education, vol. 25, N° 6, pág. 645 - 670.

Ministerio de Educación Nacional de Colombia. MEN. (2002) Decreto 230 de 2002. Bogotá D.C. Colombia.

Ministerio de Educación Nacional de Colombia. MEN. (2004) Estándares básicos de competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales. Serie Guías No 7. Bogotá, D.C. Colombia.

LEMKE, J. (2006). Investigar para el futuro de la educación científica: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir, Enseñanza de las ciencias, Barcelona, vol. 24, núm. 1, pág. 5-12

MILLAR, R. y J. Osborne. (1998). Beyond 2000: science Education for the Future, Londres, King's College.

VÁSQUEZ, S., Bustos, P., Núñez, G. y Mazitelli, M. (2004). Planteo de situaciones problemáticas como estrategia integradora en la enseñanza de las ciencias y la tecnología, Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, Vol. 3, N° 1.

