
Questões Sociocientíficas no ensino de Ciências e Biologia e o currículo do estado de Goiás

Socio-scientific issues in the teaching of science and biology and the curriculum of Goiás State

Cuestiones sociocientíficas en la enseñanza de la ciencia y la biología y el currículo del Estado de Goiás

Tássia Balbina Pereira Sousa

Universidade Estadual de Goiás

tassiabalbina@yahoo.com

Sabrina do Couto de Miranda

Universidade Estadual de Goiás

sabrinac.miranda@gmail.com

Plauto Simão de Carvalho

Universidade Estadual de Goiás

plauto.decarvalho@gmail.com

Resumo

As Questões Sociocientíficas (QSC's) se caracterizam como uma abordagem de ensino que abarca três elementos: relação com ciência ou tecnologia; constituem-se em um dilema social; apresentam controvérsia de ordem moral. No contexto do Estado de Goiás os professores ministram as aulas seguindo as orientações do currículo referência, o que torna importante uma leitura deste documento identificando aberturas para se trabalhar abordagens diferenciadas. Assim, este trabalho tem por objetivos fazer uma análise do Currículo Referência do Estado de Goiás com foco nas disciplinas de Ciências e Biologia, e discutir as possibilidades de uso da abordagem de QSC's. Foi realizada análise documental do Currículo Referência com o intuito de identificar Conteúdos e Expectativas de Aprendizagem que possam oferecer abertura para o uso da abordagem de QSC's pelo Professor. A seleção foi realizada com base na relação do Conteúdo/Expectativa com os seguintes critérios: 1) natureza controversa do tema; 2) natureza multidisciplinar; 3) envolvimento do tema com aspectos culturais, valorativos, políticos, econômicos, filosóficos, psicológicos e/ou ontológicos. A análise mostrou possibilidades tanto para o Ensino de Ciências quanto de Biologia. Contudo, verificou-se no currículo forte tendência em se ressaltar os benefícios da tecnologia no desenvolvimento de processos e produtos. Neste sentido, há a necessidade de expandir o currículo para a abertura de discussões que possam desenvolver habilidades argumentativas frente aos problemas advindos dos "avanços" científicos e tecnológicos. Ressaltamos a importância de o Professor conhecer a abordagem por

QSC's, pois esta pode colaborar para que os alunos desenvolvam opinião embasada cientificamente sobre assuntos polêmicos.

Palavras-chave: Educação CTS. Abordagens de Ensino. Educação Básica.

Abstract

The Socio-Scientific Issues (SSI's) are characterized as a teaching approach that embraces three elements: relation with science or technology; constitute a social dilemma; present a moral controversy. In the context of the Goiás State teachers teach classes according to the guidelines of the Reference Curriculum, which makes it important to read this document, identifying openings to work on different approaches. Thus, this work aims to make an analysis of the Reference Curriculum of the Goiás State focusing on the disciplines of Science and Biology, and discuss the possibilities of using the SSI's approach. Documentary analysis was carried out in order to identify Content and Learning Expectations that may offer openness to the use of the Teacher's SSI's approach. The selection was made based on the relation of the Content /Expectation with the following criteria: 1) controversial nature of the theme; 2) multidisciplinary nature; 3) involvement of the theme with cultural, evaluative, political, economic, philosophical, psychological and/or ontological aspects. The analysis showed possibilities for both Science and Biology teaching. However, there was a strong tendency in the curriculum to emphasize the benefits of technology in the development of processes and products. In this sense, there is a need to expand the curriculum to open discussions that can develop argumentative skills in the face of problems arising from scientific and technological "advances". We emphasize the importance of the Professor knowing the approach by SSI's, since this can collaborate so that the students develop scientifically based opinion on controversial subjects.

Keywords: Education STS, Teaching Approaches, Basic Education.

Resumen

Los temas sociocientíficos (QSC) se caracterizan por ser un enfoque de enseñanza que abarca tres elementos: relación con la ciencia o la tecnología; constituyen un dilema social; presentan una controversia moral. En el contexto del Estado de Goiás, los profesores imparten clases siguiendo las directrices del plan de estudios de referencia, por lo que es importante leer este documento que identifica las oportunidades de trabajo con enfoques diferenciados. Por lo tanto, este trabajo tiene como objetivo realizar un análisis del Currículo de Referencia del Estado de Goiás con un enfoque en las asignaturas de Ciencia y Biología, y discutir las posibilidades de utilizar el enfoque de QSC. Se realizó un análisis documental del Currículo de Referencia para identificar los Contenidos y Expectativas de Aprendizaje que puedan ofrecer apertura al uso del enfoque de los QSC por parte del profesor. La selección se realizó en base a la relación del Contenido/Expectativa con los siguientes criterios: 1) carácter polémico del tema; 2) carácter multidisciplinar; 3) implicación del tema con aspectos culturales, evaluativos, políticos, económicos, filosóficos, psicológicos y/o ontológicos. El análisis mostró posibilidades tanto para la Enseñanza de las Ciencias como para la de la Biología. Sin embargo, hubo una fuerte tendencia en el currículo a destacar los beneficios de la tecnología en el desarrollo de procesos y productos. En este sentido, es necesario ampliar el currículo para la apertura de debates que puedan desarrollar habilidades argumentativas frente a los problemas que surgen de los "avances" científicos y tecnológicos. Enfatizamos la importancia de que el profesor conozca el enfoque de QSC, ya que esto puede ayudar a los estudiantes a desarrollar una opinión con base científica sobre temas controvertidos.

Palabras clave: CTS Educación. Enfoques pedagógicos. Educación Básica.

Introdução

O movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) surgiu em um contexto de crítica ao modelo de desenvolvimento econômico/científico-tecnológico que acarretava impactos ambientais e sociais (SANTOS, 2011). Nos países capitalistas, o movimento CTS emerge após debates por volta de 1960 e 1970, neste período, os avanços em Ciência e Tecnologia (C&T) deixaram aparentes a degradação ambiental e a vinculação às guerras. Assim, estes movimentos fizeram com que a C&T se tornassem alvo de um olhar social mais crítico. Além disso, as publicações científicas neste período impulsionaram discussões envolvendo as interações entre ciência, tecnologia e sociedade (AULER; BAZZO, 2001).

Na Educação Científica, o movimento CTS buscou formação para maior inserção social das pessoas no sentido de se tornarem aptas a participarem dos processos decisórios envolvendo C&T (LINSINGEN, 2007; SANTOS, 2011). É importante ressaltar que a Educação Científica procura dar meios para que os estudantes possam interpretar o mundo de acordo com os conceitos, leis e procedimentos próprios da ciência (DAMASIO; PEDUZZI, 2017).

Dentro do enfoque CTS, existem frentes complementares. Assim, tem-se discussões mais voltadas para as preocupações com o ambiente, como o movimento CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente) ou às questões controversas que se caracterizam como dilemas sociais, como a abordagem de ensino por Questões Sociocientíficas (QSC).

O Ensino de Ciências voltado às discussões de QSC tem como objetivo elementar a formação para a cidadania. Contudo, incluem também discussões carregadas de valores relacionadas aos conhecimentos científicos e/ou tecnológicos que promovem impactos na sociedade (PÉREZ, 2012). O Ensino de Ciências com base em QSC, inicialmente desenvolvido no âmbito da Educação CTS, passou a ser um campo importante nas pesquisas de ensino, uma vez que abrange dimensões éticas com possibilidades metodológicas para os professores discutirem o papel da ciência na escola (SANTOS, 2011).

As QSC abarcam em sua essência três elementos: relação com ciência ou tecnologia; constituem-se em um dilema social; e apresentam uma

controvérsia de ordem moral (SANTOS; SILVA; SILVA, 2018). Para Scheid (2011) a preocupação com as questões éticas decorrentes da utilização do conhecimento científico, principalmente a partir do advento da biologia molecular, alterou a relação entre os cientistas e a sociedade, exigindo nas discussões uma tomada de decisão firme, coerente e reflexiva.

A utilização de abordagens com enfoque CTS e de QSC pode contribuir significativamente para a desmitificação da ciência e formação cidadã. Uma leitura crítica de mundo se faz necessária uma vez que o progresso moderno está ligado ao desenvolvimento científico e tecnológico (AULER, 2011). Na atualidade, pesquisas envolvendo a biologia sintética, mecanismos para colonização de outros planetas, inteligência artificial, e outros relacionados podem e vão mudar completamente nossa forma de interação com a natureza. Tais discussões abrangem aspectos científicos, tecnológicos, sociais, ambientais, éticos e econômicos, e devem ser levados ao debate na escola.

Consideramos importante que os professores de Ciências e Biologia, na Educação Básica, conheçam a abordagem de ensino através de QSC, e que a utilizem, quando possível, para significação de conteúdos específicos nas aulas. No contexto do Estado de Goiás, as orientações curriculares são oferecidas através do Currículo Referência da Rede Estadual de Educação, construído entre 2011 e 2012, em vigor desde 2013.

Assim, os professores ministram as aulas seguindo as orientações do currículo referência, o que torna importante a realização de uma leitura deste documento, identificando aberturas para se trabalhar abordagens diferenciadas para conteúdos específicos. Diante do exposto, este trabalho tem por objetivos fazer uma análise do Currículo Referência do Estado de Goiás com foco nas disciplinas de Ciências e Biologia e, a partir desta, discutir possibilidades de uso da abordagem de QSC para se trabalhar conteúdos específicos.

O currículo referência do Estado de Goiás

No Estado de Goiás as orientações curriculares são divididas bimestralmente em um documento intitulado Currículo Referência da Rede Estadual de Educação. Este recebe também a denominação de Matriz

Bimestralizada, uma vez que os conteúdos estão divididos por bimestre (SEDUC-GOIÁS).

O documento traz referências disciplinares para o Ensino Fundamental I (1º ao 5º ano), Ensino Fundamental II (6º ao 9º ano) e Ensino Médio (1ª a 3ª série) e está organizado em: Apresentação; Linguagens e Códigos; Matemática; Ciências Humanas; e Ciências da Natureza, todos associados ao termo “e suas tecnologias”. Sendo de interesse neste estudo apenas as disciplinas de Ciências da segunda etapa do Ensino Fundamental e Biologia, componente do Ensino Médio.

A matriz bimestralizada é organizada da seguinte maneira: *Bimestre/Expectativas de Aprendizagem/Eixos temáticos/Conteúdos*. No documento, a Expectativa de Aprendizagem corresponde ao objetivo que o Professor precisa atingir na aula proposta para o eixo do bimestre. A escolha da organização do Currículo Referência em Expectativas de Aprendizagem é justificada como sendo a aprendizagem do mais significativo e não pela estrutura dos conteúdos em si. Portanto, o planejamento da aula, a escolha da metodologia e das atividades a serem desenvolvidas se pautam na Expectativa, esta foi pensada para contemplar o Eixo Temático do Bimestre (Currículo Referência da Rede Estadual de Educação de Goiás - Versão Experimental).

O Currículo Referência tem como intuito ser “instrumento pedagógico para orientar, de forma clara e objetiva, aspectos que não podem se ausentar no processo ensino aprendizagem em cada disciplina, ano de escolaridade e bimestre” (Currículo Referência da Rede Estadual de Educação de Goiás - Versão Experimental, p. 10). O texto do documento afirma que está contribuindo com a igualdade de ensino diante das diferentes realidades sociais e culturais enfrentadas em toda a rede de ensino, e que é flexível ao ponto de poder ser ampliado pela escola ou pelo próprio professor com acréscimos de conteúdos que possam refletir questões específicas (Currículo Referência da Rede Estadual de Educação de Goiás - Versão Experimental).

As referidas “abertura e flexibilidade” estão relacionadas ao fato que o professor pode acrescentar em suas aulas a abordagem por QSC ou mesmo outras frentes didáticas interdisciplinares. Porém, é necessário entender que o documento orienta o acréscimo e não a substituição. Assim, o professor

precisará esgotar todas as Expectativas de Aprendizagem/Conteúdos bimestrais para depois fazer possíveis inserções de novos conteúdos que sejam pertinentes. O que na prática é dificultado.

Após a elaboração do Currículo Referência, a Secretaria de Educação implantou o Sistema Administrativo e Pedagógico (SIAP) em todas as escolas da Rede, ou seja, o diário eletrônico. Para atender a parte burocrática, esse instrumento é muito eficiente e agiliza o trabalho do professor. Porém, o sistema é programado com os conteúdos do Currículo Referência. A inserção de qualquer conteúdo ou Expectativa de Aprendizagem só pode ser realizada pelo Coordenador Pedagógico. Este fato engessa o fazer pedagógico docente e o professor se limita a cumprir o currículo, o que limita sua autonomia.

Adaptar o currículo não é uma tarefa fácil. Cumprir um currículo pronto e ainda acrescentar objetivos seria uma meta importante do professor. A autora Silva (2016) defende uma releitura crítica dos currículos com visão interdisciplinar, multidisciplinar e até transdisciplinar, e não somente abandoná-los, uma vez que os currículos são carregados de possibilidades, mesmo com certas limitações.

Uma maneira de contribuir para uma formação mais crítica e reflexiva frente ao desenvolvimento da ciência e tecnologia é utilizar as QSC. Pérez (2012) ressalta que o ensino tradicional focado na aprendizagem de conteúdos específicos e gerais precisa ser superado para dar espaço a discussões em que os temas sejam problematizados e contextualizados, e que o professor tenha a possibilidade de repensar sua prática.

O currículo de Ciências do Estado de Goiás está voltado para o ensino de conteúdos específicos, não há muito espaço para discussões sobre o desenvolvimento da ciência e da tecnologia, e seus reflexos na sociedade. A utilização de QSC pode mudar este cenário. Assim, o professor pode aproveitar os conteúdos curriculares que oferecem maior possibilidade de se trabalhar QSC dentro da rotina escolar.

Nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) na área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias se encontram encaminhamentos importantes para o Ensino de Biologia. Neste documento, ressalta-se um Ensino de Biologia para além da aprendizagem de conteúdos específicos, prima-se por um ensino em

que o aluno será capaz de se deparar com situações adversas e propor soluções (BRASIL, 2002). As orientações contidas nesse documento expressam a importância de se trabalhar temas relacionados a Ciência e Tecnologia, bem como, o uso das QSC (BRASIL, 2002).

Mesmo que as orientações não se manifestem de forma clara no Currículo Referência, os professores podem utilizar essas abordagens, uma vez que os documentos orientadores vigentes atualmente se pautam nos PCNs. Outro documento já homologado é a BNCC (Base Nacional Comum Curricular) (BRASIL, 2016), que promoverá nos próximos anos adequações no Currículo Referência. É possível que ocorra uma repaginação dos Conteúdos e das Expectativas de Aprendizagem. Mas, até que seja reelaborado e disponibilizado para toda a rede de ensino, o Currículo Referência analisado é o que vigora no estado de Goiás.

Metodologia

Este trabalho realizou uma análise no Currículo Referência da Rede Estadual de Educação de Goiás (SEDUC-GOIÁS).

A análise documental é um tipo de pesquisa descritiva que visa compreender a estrutura e a fundamentação do mesmo. O caráter dos dados é qualitativo e busca abarcar as ações que podem ser geradas com os dados obtidos na pesquisa (SILVEIRA; CÓRDOVA, 2009). Assim, através da leitura sistematizada do Currículo Referência nas disciplinas de Ciências, 2ª etapa do Ensino Fundamental, e Biologia no Ensino Médio, buscou-se identificar Conteúdos e Expectativas de Aprendizagem que possam oferecer abertura para o uso da abordagem de QSC pelo Professor.

A seleção foi realizada com base na relação do Conteúdo/Expectativa com critérios que caracterizam a essência das QSC, a saber: 1) natureza controversa do tema; 2) natureza multidisciplinar; 3) envolvimento do tema com aspectos culturais, valorativos, políticos, econômicos, filosóficos, psicológicos e/ou ontológicos. No caso deste último tópico, o tema não necessariamente deveria apresentar envolvimento com todos os aspectos, mas com a maioria deles. Para tanto, foram destacadas palavras e/ou

expressões-chave que fundamentaram a seleção dos Conteúdos/Expectativas a partir dos critérios estabelecidos.

Resultados e discussão

Currículo referência para o Ensino de Ciências

O Currículo Referência do estado de Goiás apresenta seis eixos temáticos norteadores das Expectativas de Aprendizagem e Conteúdos do 6º ao 9º ano, sendo eles: *Terra e Universo (1)*; *Vida, ambiente e diversidade (2)*; *Corpo humano e Saúde (3)*; *Terra, Universo/Vida, ambiente e diversidade (4)*; *Vida, ambiente e diversidade/Corpo humano e saúde (5)*; *Vida, ambiente e diversidade/Corpo humano (6)*.

É importante mencionar que a organização dos conteúdos do Currículo Referência no Ensino de Ciências difere do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), o que traz prejuízos aos professores. Fialho (2016) destaca que tal situação trouxe grande dificuldade que hoje é enfrentada pelas escolas como a falta de material didático, sendo a crítica de 36% dos professores participantes da referida pesquisa. Outros problemas enfrentados pelas escolas após implantação do Currículo Referência são a falta de tempo para um planejamento coletivo e cronologia dos conteúdos insuficiente para a execução dos mesmos.

A organização curricular por vezes divide os conteúdos sem conexão e relação sequencial de complexidade entre eles. Os sistemas corpóreos, por exemplo, distribuem-se no 7º e 8º anos, sendo que os livros didáticos abordam este tema unicamente no 8º ano, de maneira sequencial e correspondente. A ausência de determinados conteúdos é outro fator que é percebido no documento, entre eles a classificação dos seres vivos, geralmente temática do 7º ano.

A BNCC traz três temáticas norteadoras para serem trabalhadas ao longo do Ensino Fundamental: Matéria e energia, Vida e evolução, Terra e Universo. A BNCC exalta que estas três unidades devem ser consideradas na perspectiva de continuação de aprendizagens e da integração com seus objetos (BRASIL, 2016). Neste sentido, ressaltamos as fragilidades do

Currículo Referência adotado nas escolas públicas do estado de Goiás acima destacadas.

No Currículo Referência de Ciências, 2ª etapa do Ensino Fundamental, as possibilidades de uso da abordagem por QSC identificadas foram apresentadas no quadro 1.

Série	Bimestre	Ensino de Ciências	
		Expectativa de aprendizagem	Eixo temático do bimestre/conteúdo
6º	1º	Identificar o avanço científico com a evolução de equipamentos que viabilizam o estudo dos astros.	Eixo temático: <i>Terra e Universo</i> Conteúdos: Equipamentos utilizados para estudo dos astros.
6º	2º	Identificar as principais técnicas de preparo e transformação do solo para a agricultura e as consequências da ação do homem nesse processo (lixiviação, erosão e poluição do solo com produtos químicos).	Eixo temático: <i>Terra e Universo</i> Conteúdos: Tipos de solos e atividades econômicas (pecuária, agricultura, mineração e extrativismo) em algumas regiões de Goiás; Problemas relacionados à degradação do solo em Goiás.
7º	1º	Identificar as principais causas de poluição/contaminação de fontes de água na região em que vivem relacionando-as à transmissão de doenças.	Eixo temático: <i>Terra e Universo / Vida, Ambiente, Diversidade</i> Conteúdos: Poluição e contaminação das águas.
7º	1º	Caracterizar diferentes modos de captação da água – poços, represas e redes de encanamentos, cisternas, relacionando e descrevendo as etapas de tratamento da água.	Eixo temático: <i>Terra e Universo / Vida, Ambiente, Diversidade</i> Conteúdos: Tecnologia de captação e tratamento da água.
7º	1º	Relacionar a intensificação do efeito estufa , com atividades humanas que liberam grandes quantidades de gases estufa provocando o aquecimento global .	Eixo temático: <i>Terra e Universo / Vida, Ambiente, Diversidade</i> Conteúdos: Efeito estufa e Aquecimento global.
8º	3º	Conhecer os critérios históricos, econômicos e sociais determinantes na classificação das drogas em lícitas e ilícitas .	Eixo temático: <i>Corpo humano e saúde</i> Conteúdos: Agravos à saúde, ocasionados pelo uso de fumo, de álcool, medicamentos e outras drogas.
8º	4º	Classificar algumas máquinas, aparelhos e equipamentos pelas fontes de energia que utilizam (elétrica, eólica, solar, química dos combustíveis, de movimento do homem e de animais).	Eixo temático: <i>Vida, Ambiente e Diversidade</i> Conteúdo: Tecnologia e vida: O homem inventa utensílios.
8º	4º	Relacionar alguns aspectos do conforto da vida moderna à tecnologia .	Eixo temático: <i>Vida, Ambiente e Diversidade</i> Conteúdo: Tecnologia e vida: O homem inventa utensílios.

8º	4º	Identificar as fontes de energia, relacionando suas fontes alternativas (eólica, nuclear e térmica) aos conceitos de sustentabilidade .	Eixo temático: <i>Vida, Ambiente e Diversidade</i> Conteúdos: Fontes de energia alternativa; Hidrelétricas e geração de energia elétrica.
9º	1º	Explicar a ação do homem na interrupção dos ciclos naturais e produção de resíduos , relacionando-a à necessidade de redução do consumo, reutilização e reciclagem de materiais.	Eixo temático: <i>Vida, ambiente e diversidade</i> Conteúdos: Lixo ou Resíduos: interferência no ciclo de materiais.
9º	1º	Relacionar as medidas de proteção ambiental à promoção da qualidade de vida e a manutenção da saúde coletiva .	Eixo temático: <i>Vida, ambiente e diversidade</i> Conteúdos: O reaproveitamento de materiais e a qualidade ambiental.
9º	1º	Pesquisar informações sobre o acidente com o Césio-137 ocorrido em Goiânia, analisando suas causas e consequências e identificando as medidas que deveriam ser tomadas para evita-lo.	Eixo temático: <i>Vida, ambiente e diversidade</i> Conteúdos: Lixo radioativo: Acidente com o Césio – 137 (Goiânia –GO).
9º	2º	Compreender informações básicas sobre células-tronco, clonagem e transgênicos , considerando implicações éticas e ambientais envolvidas.	Eixo temático: <i>Corpo humano e Saúde</i> Conteúdos: Biotecnologia em debate: células-tronco, e transgênicos.
9º	3º	Compreender a evolução do uso da eletricidade na produção de tecnologias .	Eixo temático: <i>Terra e Universo</i> Conteúdos: Eletricidade em nossas casas (o consumo de energia).

*Os termos em destaque relacionam-se de modo *stricto* aos critérios estabelecidos.

Quadro 1 – Seleção de Conteúdos/Expectativas de Aprendizagem de Ciências do Currículo Referência do Estado de Goiás que possibilitam a utilização da abordagem de QSC.

FONTE: Currículo Referência da Rede Estadual de Educação de Goiás - Versão Experimental. Adaptado, grifos da autora.

No 6º ano (Quadro 1) foram selecionadas duas Expectativas de Aprendizagem, uma no 1º e outra no 2º bimestre, que possibilitam a abordagem de QSC. Elas foram selecionadas, pois abarcam aspectos controversos ligados aos avanços científicos para o desenvolvimento de equipamentos tecnológicos, natureza multidisciplinar para compreensão das transformações ocasionadas pelo homem no meio ambiente, e envolve aspectos culturais, valorativos, políticos e econômicos relacionados a agricultura, pecuária e mineração, ações antrópicas de transformação no ambiente.

A forma como os Conteúdos e Expectativas de aprendizagem são expostos no Currículo Referência denota uma visão puramente tecnicista da Ciência. Cabe ao professor a escolha de uma abordagem metodológica que

possibilite discussões mais amplas sobre a Ciência. Os Conteúdos/Expectativas selecionados abrem espaço para discutir problemas ambientais decorrentes da ação humana, principalmente causados pelo uso inadequado do solo. Assim, o professor pode trabalhar problemas locais e regionais relacionados às atividades econômicas, discutindo também aspectos políticos e culturais dessas formas de intervenção humana.

No 7º ano, as Expectativas de Aprendizagem do 1º bimestre envolvem o uso da água, sua exploração, contaminação e até doenças veiculadas pela água (Quadro 1), sendo este tema multidisciplinar e gerador de controvérsias, pois as atividades agropecuárias consomem cerca de 70% da água potável disponível para o homem, além disso, para se produzir bens e serviços (duráveis e não-duráveis) o uso da água é indispensável. Portanto, podem ser suscitadas questões de ordem cultural, valorativa, política e econômica que vão contribuir com o desenvolvimento de habilidades argumentativas dos estudantes.

Ainda no 7º ano, recomenda-se compreender os processos de tratamento da água para abastecimento do município (Quadro 1). O professor pode ampliar o assunto levando os alunos a questionarem, por exemplo, quais são as medidas de manutenção, conservação ou mesmo recuperação dos cursos d'água realizadas pelo município de residência. Ou seja, é importante não apenas conhecer as etapas de tratamento da água (ensino tecnicista e transmissivo), mas também compreender outras dimensões e atores envolvidos no processo. Utilizando questionamentos mais reflexivos, o professor poderá atingir os objetivos da abordagem de QSC, e ainda estará utilizando em suas aulas temas de interesse local, com reflexos regionais, no caso, uso e conservação de recursos hídricos.

No segundo bimestre do 7º ano (Quadro 1), as Expectativas e Conteúdos indicam as atividades antrópicas como responsáveis pelas alterações das concentrações de Gases do Efeito Estufa (GEE) na atmosfera, o que tem gerado alterações climáticas. Esta Expectativa foi selecionada por ser um tema controverso, em que há pesquisadores que não acreditam que o aquecimento global e as mudanças climáticas são consequências das atividades antrópicas, além disso, pode promover discussões que envolvem aspectos culturais, valorativos, econômicos e psicológicos. E ainda, pode

permitir discussões multidisciplinares, desde compreender os processos geradores das emissões de GEE, ciclos biogeoquímicos relacionados ao carbono e nitrogênio, até impactos na saúde e bem-estar do homem.

Nos outros três bimestres do 7º ano não foram identificadas Expectativas de Aprendizagem/Conteúdos que, de acordo com os critérios de análise estabelecidos, permitam a abordagem por QSC, elencando apenas conceituação dos conteúdos curriculares relacionados à disciplina de ciências.

Nos dois primeiros bimestres do 8º ano não foram selecionadas Expectativas de Aprendizagem, pois os conteúdos se relacionam com evolução e sistemas corpóreos. Contudo, no terceiro bimestre, foi selecionada uma Expectativa sobre problemas de saúde causados pelo uso de drogas na adolescência, temática que abarca questões culturais, políticas, filosóficas e psicológicas, além de ser um tema multidisciplinar.

No quarto bimestre do 8º ano, três Expectativas foram selecionadas (Quadro 1), contudo na primeira pede-se que o professor “Classifique” aparelhos e máquinas utilizados como fontes de energia alternativa. Como mencionado, o ensino nesta perspectiva apresenta caráter transmissivo e se exalta apenas os avanços científicos sem questionamentos sobre os diferentes aspectos que envolvem essas fontes de energia.

A temática envolvendo o uso de energias alternativas como a térmica, eólica e nuclear é mencionado junto aos conceitos de sustentabilidade (Quadro 1), porém, o professor pode aprofundar para alcançar os objetivos de uso das QSC. Essas fontes alternativas de energia possuem elevados custos de implantação e manutenção, no caso da energia nuclear ainda existem riscos em decorrência de acidentes graves, como já ocorridos em outros países. Pode-se preparar aulas que levem os estudantes a conhecer as fontes alternativas de energia e compreender os aspectos envolvidos em sua implantação e utilização, bem como, refletirem porque tais alternativas não estão sendo efetivamente disseminadas em nosso país, por exemplo.

O lixo é tema do 9º Ano do Ensino Fundamental (Quadro 1), e a primeira Expectativa de Aprendizagem/conteúdo selecionada pede que o professor conduza a discussão relacionando a ação humana e os problemas resultantes. Ainda é mencionado relacionar os conceitos de redução, reutilização e

reciclagem de materiais. Com uma abordagem nesse formato, o conteúdo apresenta um caráter superficial e expositivo, e ainda seria interessante ressaltar o papel do desenvolvimento científico e tecnológico na produção de diferentes tipos de resíduos, como o lixo espacial, e também abordar os ramos da ciência que trabalham para diminuir esses efeitos (SOUSA, 2018).

O descarte do lixo radioativo também é tema abordado (Quadro 1) no Currículo Referência. É mencionado inclusive o acidente com o Césio 137 acontecido em Goiânia, capital do Estado de Goiás. Portanto, evidencia um problema de ordem local, mas que pode acontecer em outros lugares caso as autoridades competentes não tenham cuidado e preocupação com este tipo de resíduo. Esse e outros acidentes com elementos radioativos são, de modo indireto, decorrentes do avanço científico e tecnológico, mais uma abertura para discussões amplas e multidisciplinares pela abordagem de QSC. Essa temática é bastante controversa, uma vez que a radiação/radioatividade traz inúmeros benefícios e aplicações na vida moderna, principalmente relacionados à saúde, no entanto, a manipulação e os tratamentos envolvendo radiação requerem cuidados e responsabilidades daqueles que fazem a manipulação e/ou descarte de resíduos e objetos relacionados.

Portanto, o uso da radiação envolve aspectos valorativos, políticos, econômicos e psicológicos. Outro bimestre do 9º ano que também envolve questões éticas se refere a temática sobre células-tronco, clonagem e transgênicos (Quadro 1). O uso de QSC relacionadas a estes temas pode enriquecer as aulas, principalmente porque o próprio conteúdo pede que seja evidenciado aspectos éticos e ambientais. Além disso, há muitas controvérsias em torno dos temas citados. Dentre as controversas podemos citar o “poder divino da criação” que a biotecnologia dá ao homem. Seres vivos distintos dos encontrados na natureza são produzidos via transformação genética envolvendo plantas e microrganismos, estes trazem benefícios diretos e indiretos ao homem. Contudo, não é tão simples assim se pensar na clonagem de seres humanos.

A eletricidade e sua influência na geração e desenvolvimento de tecnologias também foi selecionada no 9º ano, pois é um importante campo nas pesquisas envolvendo a Ciência, é multidisciplinar, controverso e abarca valores econômicos, sociais, políticos e ambientais. Os seja, a produção de

energia é essencial para manter o nosso modo de vida moderno, no entanto, sua fonte de produção pode ou não acarretar prejuízos ambientais com diferentes intensidades.

A análise do Currículo Referência a partir dos critérios estabelecidos demonstrou possibilidades de uso das QSC nos quatro anos da segunda etapa do Ensino Fundamental. No entanto, percebe-se que estes temas estão orientados superficialmente, sendo que nesta etapa de ensino, os alunos devem ser estimulados a desenvolver habilidades argumentativas e de tomada de decisão. O documento da BNCC orienta que, no Ensino Fundamental, as unidades temáticas desenvolvam habilidades durante o percurso de escolaridade, assim é

Impossível pensar em uma educação científica contemporânea sem reconhecer os **múltiplos papéis da tecnologia** no desenvolvimento da sociedade humana. A investigação de materiais para usos tecnológicos, a aplicação de instrumentos óticos na saúde e na observação do céu, a produção de material sintético e seus usos, as aplicações das fontes de energia e suas aplicações e, até mesmo, o uso da radiação eletromagnética para diagnóstico e tratamento médico, entre outras situações, são exemplos de como ciência e tecnologia, por um lado, viabilizam a **melhoria da qualidade de vida humana**, mas, por outro, **ampliam as desigualdades sociais e a degradação do ambiente**. Dessa forma, é importante salientar os múltiplos papéis desempenhados pela relação ciência-tecnologia-sociedade na vida moderna e na vida do planeta Terra como elementos centrais no posicionamento e na **tomada de decisões** frente aos desafios **éticos, culturais, políticos e socioambientais** (BRASIL, 2016, p. 327, grifo nosso).

As orientações contidas na recém construída BNCC devem guiar a construção e/ou reorganização dos currículos escolares e também a elaboração dos próximos livros didáticos. No momento, o atual Currículo Referência é fechado e, de modo geral, predispõe a um ensino transmissivo. Poucas são as sugestões no currículo para se discutir o papel da ciência e os impactos das tecnologias na sociedade. A análise de Moraes (2016), a partir das perspectivas de currículo (tradicional, crítica e pós-crítica), mostrou que o Currículo Referência do Estado de Goiás tem seu alicerce na perspectiva tradicional. Quanto à formação do documento, este “mantém uma lógica de formação hegemônica pretendida pela Reforma Educacional, que se preocupa com a

formação para a vida e para o mundo do trabalho, com ênfase na relação direta entre Ciência – Tecnologia – Sociedade” (MORAIS, 2016, p. 136).

Currículo referência para o Ensino de Biologia

A disciplina de Biologia integra o Ensino Médio. Esse nível de ensino é geralmente constituído por adolescentes e jovens. Com um alunado diferenciado e mais maduro é possível aprofundar questionamentos e discussões acerca de temáticas envolvendo QSC's. Com uma organização de conteúdos diferente do Ensino de Ciências, no Ensino de Biologia o Currículo Referência se estrutura em cinco Eixos Temáticos. Há uma proximidade maior com os PCN+EM (BRASIL, 2002) sendo possível perceber até eixos comuns entre os dois documentos (MORAIS, 2016).

Os eixos temáticos possuem uma relação de complexidade para as três séries do Ensino Médio: 1ª série – *Origem da vida*, aborda teorias sobre a origem da vida para todo o primeiro bimestre; *Identidade dos seres vivos*, eixo norteador dos outros três bimestres e os conteúdos abarcam desde a constituição das células até citologia vegetal e animal; 2ª série – *A diversidade da vida*, para os quatro bimestres correspondentes a esta série o eixo propõe a caracterização, classificação, fisiologia e anatomia dos seres vivos; e na 3ª série – *Transmissão da vida, manipulação gênica e ética*; e *Evolução e ecologia dos seres vivos*, inicia-se com a genética, no 3º bimestre se aborda a evolução e no 4º, ecologia.

Recomenda-se atualmente um ensino por competências e que o Ensino da Biologia leve os alunos a desenvolver habilidades que lhes permitam tomar decisões e se posicionar diante dessas escolhas (BRASIL, 2002). Ensinar os conteúdos de Ciências e ainda incentivar e motivar os alunos, implica grande esforço por parte dos professores em se atualizarem quanto aos conteúdos científicos para realizar leituras inovadoras do currículo e dinamizar as aulas (CACHAPUZ et al., 2005).

O quadro 2 descreve as Expectativas que de acordo com a análise realizada, possibilitam o uso da abordagem por QSC.

Série	Bimestre	Ensino de Biologia	
		Expectativa de aprendizagem	Eixo temático do bimestre/conteúdo
1º	3º	Identificar os diferentes mecanismos de reprodução dos seres vivos, reconhecendo-os como forma de perpetuação e variabilidade das espécies.	Eixo temático: <i>Identidade dos seres vivos</i> Conteúdos: Reprodução humana; Desenvolvimento embrionário humano, comparado aos outros cordados.
1º	3º	Identificar o desenvolvimento do embrião humano , relacionando-o com as malformações e suas causas.	Eixo temático: <i>Identidade dos seres vivos</i> Conteúdos: Reprodução humana; Desenvolvimento embrionário humano, comparado aos outros cordados.
2º	1º	Reconhecer estruturas e ciclos de vida de vírus, bactérias, protozoários e fungos, relacionando-os com sua importância médica, ecológica e industrial .	Eixo temático: <i>A diversidade da vida</i> Conteúdos: Programa de Saúde (Viroses, Bacterioses, Protozooses e Micoses); Tipos de doenças: infectocontagiosas e provocadas por toxinas ambientais.
2º	4º	Distinguir as principais doenças: degenerativas, ocupacionais e as causadas pelo uso de drogas, correlacionando-as ao ambiente e qualidade de vida , e indicando medidas profiláticas.	Eixo temático: <i>A diversidade da vida</i> Conteúdos: Medidas de promoção da saúde e de prevenção de uso de drogas lícitas e ilícitas.
3º	2º	Reconhecer a engenharia genética como um grande avanço para a humanidade, relacionando-a com as linhas de acusação e defesa da mesma.	Eixo temático: <i>Transmissão da vida, manipulação gênica e ética</i> Conteúdos: Mapeamento genético e Linkage. Temas atuais – Bioengenharia e Bioética (Engenharia Genética, Clonagem, Silenciamento Gênico, etc.).
3º	4º	Reconhecer a ocorrência das diversas formas de desequilíbrio ambiental, distinguindo causas naturais e consequência das atividades humanas , evidenciando o Cerrado.	Eixo temático: <i>Evolução e Ecologia dos seres vivos</i> Conteúdos: Ciclos Biogeoquímicos; Desequilíbrios ambientais; Problemas ambientais no Cerrado.

*Os termos em destaque relacionam-se de modo *stricto* aos critérios de seleção descritos ao longo da discussão dos resultados.

Quadro 2 – Seleção de Expectativas de Aprendizagem do Currículo Referência do Estado de Goiás que possibilitam a utilização de QSC no Ensino de Biologia.

FONTE: Currículo Referência da Rede Estadual de Educação de Goiás - Versão Experimental. Adaptado, grifo nosso.

Os conteúdos curriculares que compõem o 1º e 2º bimestres da primeira série do Ensino Médio se referem às teorias de origem dos seres vivos, componentes orgânicos e inorgânicos dos seres vivos e padrões celulares. Estes conteúdos são muito conceituais e as Expectativas de Aprendizagem mantém essa característica e, portanto, não houve seleção nestes dois

bimestres. Quanto aos 3º e 4º bimestres, houve seleção, pois, com o Eixo temático “Identidade dos Seres Vivos”, os conteúdos de reprodução, desenvolvimento embrionário e malformações são multidisciplinares e carregados de controversas. Esses conteúdos abarcam aspectos valorativos, políticos, econômicos, culturais, psicológicos e ontológicos. Por exemplo, pode-se discutir as técnicas de reprodução assistida e suas polêmicas como a seleção de características do bebê, o uso de embriões congelados e até mesmo chegar à tradicional polêmica em torno do tema aborto.

Na análise do Currículo Referência da 2ª série do Ensino Médio, os 1º e 4º bimestres apresentam como conteúdos aplicações biotecnológicas no desenvolvimento de medicamentos, usos industriais, ambientais e doenças relacionadas ao modo de vida (ocupacionais). Podem-se incluir nas discussões aspectos valorativos (produção de organismos geneticamente modificados), econômicos (uso de patentes) e políticos (usos de produtos e processos biotecnológicos em benefício ou para a exclusão social).

Quanto ao 2º e 3º bimestres, não foram identificados, de forma explícita, Conteúdos e Expectativas que deixam abertura para uso de QSC, esses bimestres são direcionados ao reconhecimento e identificação dos seres vivos em suas respectivas posições taxonômicas. No entanto, há ainda uma orientação para trabalhar nas aulas conteúdos sobre as características da fauna e flora do Cerrado. Apesar de não abarcar os critérios de seleção, este tema pode ser trabalhado através da abordagem de QSC adotando discussões sobre os impactos das mudanças climáticas na biodiversidade do Cerrado e de outros biomas, produção agrícola *versus* conservação de ecossistemas naturais e mudanças de uso da terra.

A produção agrícola abre muitas frentes para ricas discussões. A relação entre o aquecimento global e a produção agropecuária é intrínseca e contraditória, pois ao mesmo tempo que contribui significativamente com as alterações climáticas, sofre com as consequências destas mudanças (STEVENSON et al., 2017).

Outro importante assunto a ser trabalhado é o uso de plantas transgênicas, principalmente milho, soja e algodão. Estas culturas são abundantes no país e o uso de sementes transgênicas é cada vez mais frequente, portanto, este tema pode promover discussões interessantes

nesta fase de ensino. De acordo com Auler (2007), dentre os objetivos da educação CTS, tem-se: promover o interesse dos estudantes em relacionar a ciência com aspectos tecnológicos e sociais, discutir as implicações sociais e éticas relacionadas ao uso da ciência e tecnologia, adquirir uma compreensão da natureza da ciência e do trabalho científico, formar cidadãos científica e tecnologicamente alfabetizados capazes de tomar decisões informadas e desenvolver o pensamento crítico e a independência intelectual.

No 1º bimestre da 3ª série não houve seleção de Expectativa/Conteúdos, pois estes se dedicam a construir o conceito de genética e compreender as Leis Mendelianas. No 3º bimestre, os conteúdos se direcionam para as teorias evolucionistas. Na 3ª série, dois eixos temáticos foram selecionados com base nos critérios de inclusão (Quadro 2), sendo o primeiro eixo: transmissão da vida, manipulação gênica e ética. Neste eixo o conteúdo de genética abre um leque de possibilidades, no entanto, é necessário que o professor se habilite a inserir temas voltados às QSC, pois as orientações se destinam a cumprir os conteúdos curriculares. A genética é uma área fortemente sustentada em pesquisas científicas de ponta e palco para muitas polêmicas envolvendo aspectos éticos, culturais, políticos, econômicos, religiosos, de segurança e saúde. Além disso, os conteúdos são multidisciplinares e carregados de valores. Entre as discussões, citamos a clonagem, terapia gênica, manipulação gênica, mapeamento genético, fecundação assistida, aborto e transgênicos.

A segunda Expectativa da 3ª série se encontra no 4º bimestre (Quadro 2), sendo: evolução e ecologia dos seres vivos. Dentre as Expectativas selecionadas para atender esse eixo, pede-se que o professor aborde diferentes formas de desequilíbrio ambiental como consequências da ação humana, principalmente no Cerrado, tal temática é multidisciplinar, controversa e evidencia valores econômicos, sociais, culturais e políticos.

Atualmente, existem várias tecnologias aplicadas na agricultura na tentativa de atender a demanda por maior produção/produktividade agrícola. Contudo, muitas vezes estas são acessíveis apenas aos grandes produtores, principalmente em virtude dos elevados preços, excluindo-se assim os pequenos produtores e agricultura familiar do processo. Esses produtos tecnológicos não atendem diretamente à população e, em geral, são destinados à produção de ração, combustíveis, óleos ou alimentos

industrializados. O consumidor/cidadão que desconhece a origem e finalidade das pesquisas científicas é excluído, sem a possibilidades de questionar e entender como o processo acontece.

A análise do Currículo Referência para o Ensino de Biologia mostrou ser também um currículo fechado, tradicionalista e conteudista, que só abre flexibilidade de assuntos pertinentes ao eixo temático do bimestre, desde que sejam concluídas todas as Expectativas propostas. Portanto, adaptações são necessárias para se planejar aulas de acordo com a abordagem de QSC, ou outra metodologia a critério do professor, porém, existe muita resistência quanto a essas adaptações.

Na pesquisa de Fialho (2016), um participante afirmou que o atual currículo, assim como os demais, é conteudista e que não é possível fazer grandes adaptações, porque são aplicadas avaliações baseadas no conteúdo proposto, verificando assim, se o professor atendeu as orientações indicadas no currículo bimestralizado. De fato, ocorrem todos os bimestres na Rede Estadual de Educação a Avaliação Diagnóstica de Aprendizagem (ADA), e acredita-se que a inserção da abordagem por QSC contribuiria com a formação dos alunos, tanto nos aspectos de desenvolvimento de habilidades argumentativas, quanto na formação teórico-científica. É importante, ressaltar e creditar mínima autonomia docente para a escolha e inserção de temas por ele considerados importantes nas suas aulas, e que o exercício da docência não seja de mero executor de currículos.

Conclusões

Tanto no Ensino de Ciências, quanto de Biologia, o Currículo Referência do Estado de Goiás se faz limitado em termos de possibilidades para discussões envolvendo Ciência e Tecnologia. Verifica-se uma forte tendência em se ressaltar os benefícios da tecnologia para o desenvolvimento de processos e produtos. Neste sentido, há a necessidade de expandir o currículo para a abertura de discussões que possam desenvolver habilidades argumentativas frente aos problemas advindos dos “avanços” científicos e tecnológicos.

Faz-se necessário realizar uma releitura do Currículo Referência, buscando ir além do que as Expectativas de Aprendizagem propõem para a aula, principalmente no que se refere aos conteúdos que possuem relação com a ciência e a tecnologia. Ressaltamos a importância de o professor

conhecer a abordagem por QSC, pois esta pode colaborar para que os alunos desenvolvam opinião embasada cientificamente sobre assuntos polêmicos.

Referências

AULER, D. Enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade: Pressupostos para o contexto brasileiro. *Ciência & Ensino*, v. 1, número especial, 2007.

AULER, D. Novos caminhos para a educação CTS: ampliando a participação. In: SANTOS, W. P.; AULER, D. *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011. p. 73-97.

AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto Educacional Brasileiro. *Ciência & Educação*, v. 7, n. 1, p.1-13, 2001.

BRASIL. *Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+): Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. 2002.

BRASIL. *Base Nacional Comum Curricular – BNCC. A área de Ciências da Natureza no Ensino Médio: A Biologia no Ensino Médio*. Ministério da Educação. p. 596-603, 2016.

CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A. M.; PRAIA, J.; VILCHES. (Org.). *A necessária renovação do ensino de ciências*. São Paulo: Cortez, 2005.

CURRÍCULO REFERÊNCIA DA REDE ESTADUAL DE EDUCAÇÃO DE GOIÁS - VERSÃO EXPERIMENTAL. Disponível em:
<http://portal.seduc.go.gov.br/Documentos%20Importantes/Diversos/CurriculoReferencia.pdf>

DAMASIO, F.; PEDUZZI, L. O. Q. História e Filosofia da Ciência na Educação Científica: Para Quê? *Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 19, p. 1-19, 2017.

FIALHO, W. C. G. O Currículo Referência do Estado de Goiás e suas mudanças para o Ensino de Ciências e Biologia. Jataí: Revista Eletrônica da Pós-Graduação em Educação – *Itnerarius*, v. 12, n. 01, 2016.

LINSINGEN, I. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. *Ciência & Ensino*, v. 1, número especial, 2007.

- MORAIS, C. L. *Os documentos orientadores Nacionais e Estadual (Goiás) no contexto da Biologia para o Ensino Médio: Teorias de Currículo e Ensino de Evolução Biológica*. 160f. Dissertação (Mestrado em Educação Ciências e Matemática) Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática. Goiânia, 2016.
- PÉREZ, L. F. M. *Questões Sociocientíficas na Prática docente: ideologia, autonomia, e formação de professores*. São Paulo: UNESP, 2012.
- SANTOS, W. P. Significados da educação científica com enfoque CTS. In: SANTOS, W. P.; AULER, D. *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011. p. 21-39.
- SANTOS, W. L. P.; SILVA, K. M. A.; SILVA, S. M. B. Perspectivas e desafios de estudos de QSC na educação científica brasileira. In: CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. *Questões Sociocientíficas: fundamentos, propostas de Ensino e perspectivas para ações sociopolíticas*. Salvador: EDUFBA, 2018. p. 427-452.
- SEDUC-GOIÁS. Currículo Referência da Rede Estadual de Educação de Goiás. Secretaria de Estado de Educação de Goiás. Disponível em <http://portal.seduc.go.gov.br/Documentos%20Importantes/Diversos/CurriculoReferencia.pdf>. s/d. Acessado em agosto de 2019.
- SILVA, K. M. A. *Questões Sociocientíficas e o pensamento complexo: Tecituras para o Ensino de Ciências*. 303 f. Tese (Faculdade de Educação). Universidade de Brasília. Brasília, 2016.
- SILVEIRA, D. T.; CÓRDOVA, A. Pesquisa Científica. In: GERHADRT, T. H.; SILVEIRA, D. T. *Métodos de Pesquisa*. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.
- SCHEID, N. M. J. Temas controversos no ensino de ciências: Apontamentos de natureza ética. *Diálogo-Canoas*, n. 19, p. 65-79, 2011.
- SOUSA, T. B. P. *Questões Sociocientíficas (QSC's) no Ensino de Ciências e Biologia no contexto do currículo referência do Estado de Goiás*. 114 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências). Universidade Estadual de Goiás. Anápolis, 2018.
- STEVENS, D. et al. Reduzindo os riscos atuais e futuros. A sociedade resiliente, o Aquecimento global e a produção agrícola. In: LOURENÇO, M. J. et al. *JC na escola Ciência, Tecnologia e Sociedade: Mobilizar o conhecimento para alimentar o Brasil*. São Paulo: Centro Paula Sousa, 2017. p. 166-175.