

## **Pensamento crítico em uma sequência de ensino-aprendizagem com orientação Ciência-Tecnologia-Sociedade tratando da temática combustíveis**

**Erivanildo Lopes da Silva<sup>1</sup>, Ortência da Paz Santiago<sup>2</sup> e Rui Marques Vieira<sup>3</sup>**

<sup>1,2</sup>Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, Sergipe, Brasil, erivanildolopes@gmail.com, ortencia\_rm@hotmail.com. <sup>3</sup>Centro de Investigação em Didática e Tecnologia na Formação de Formadores, CIDTFF, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal, rvieira@ua.pt.

**Resumo:** A educação CTS tem sido objeto de pesquisa no que diz respeito aos avanços de aprendizagens relacionados aos conceitos científicos em contextos sociais tendo em vista um cidadão crítico. Assim, o Pensamento Crítico (PC) deve ser intencional no ensino, sobretudo na perspectiva que a tomada de decisões deve se dar com base em conhecimento científico no agir e pensar na resolução de problemas. Neste âmbito, o objetivo deste trabalho é apresentar um estudo sobre mobilização de capacidades do Pensamento Crítico por um grupo de estudantes de Ensino Médio que vivenciou a abordagem de uma Sequência de Ensino-Aprendizagem construída com orientação CTS. Trata-se de um estudo de natureza qualitativa, em que a coleta de dados se deu por meio de registros escritos, áudios e vídeos, sendo o tratamento destes de acordo com a Análise de Conteúdo. Na validação em sala de aula o material didático potencializou capacidades como: fazer e responder questões de clarificação e/ou desafio, induzir e avaliar induções e fazer e avaliar juízo de valor. Contudo, o material didático mostrou ter potencial para mobilizar o Pensamento Crítico dos estudantes relativo as capacidades focar uma questão e analisar argumentos.

**Palavras-chave:** Capacidades do pensamento crítico, abordagem CTS, validação de sequências de ensino-aprendizagem.

**Abstract:** The CTS education has been the subject of research with regard to advances in learning related to scientific concepts in social contexts with a view to a critical citizen (the PC in its definition is active and not only theoretical, as it serves essentially to solve problems and interaction with others). In this context, the objective of this work is to present a study on the mobilization of Critical Thinking capacities by a group of high school students who experienced the approach of a Teaching-Learning Sequence built with CTS guidance. It is a qualitative study, in which the data collection took place through written records, audios and videos, the treatment of which according to the Content Analysis. In the validation in the classroom, the didactic material enhanced capacities such as: asking and answering clarification and / or challenge questions, inducing and evaluating inductions and making and evaluating value judgments. However, the didactic material showed to have potential to mobilize the

Critical Thinking of the students regarding the abilities to focus an issue and to analyze arguments.

**Keywords:** Critical thinking skills, CTS approach, validation of teaching-learning sequences.

### **Introdução**

Desde a década de 1980 estudos na área de ensino de Ciências mostram que os estudantes, mesmo passando pelo ensino formal de conceitos científicos, não aprendiam corretamente tais conceitos (Leão e Kalhil, 2015), sendo esse problema relativo aos mais diversos conteúdos científicos (Bastos et al., 2004). Parte desses estudos apontaram também que abordagens conceituais mais contextualizadas poderiam possibilitar a aprendizagem de conhecimentos científicos.

Desde essa época a orientação Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), que surgiu como um debate mais amplo sobre correlações da Ciência e da Tecnologia e seus aportes na sociedade, no contexto educacional, vem se consolidando como uma abordagem para o ensino de Ciências que pode proporcionar aos estudantes aulas mais significativas (Santos, 2012). O conhecimento gerado por alguns dos estudos CTS evidencia que os estudantes podem aprender para além dos conceitos científicos, que podem agir criticamente em uma sociedade de conhecimento científico e tecnológico (Auler, 2001; Santos, 2012). Nessa perspectiva da abordagem CTS autores como Auler (2001) e Tenreiro-Vieira e Vieira (2014) argumentam sobre a necessidade da alfabetização/literacia científica e tecnológica dos estudantes como um objetivo da educação em Ciências.

Como uma forma da abordagem CTS ocorrer na sala sugere-se que os professores possam desenvolver seus próprios materiais didáticos. Assim, uma via para ocorrer a inserção das interações CTS, através da construção e validação de projetos de intervenção pedagógica, pode passar pela utilização de Sequências Didáticas (Silva e Marcondes, 2015). Materiais didáticos orientados com enfoque CTS podem possibilitar que estudantes compreendam as interações entre ciência, tecnologia e sociedade, com vistas a desenvolver a capacidade de resolver problemas e tomar decisões relativas às questões com as quais se deparam como cidadãos (Cachapuz, 1999).

Abordagens CTS tem potencial para contribuir na formação de cidadãos críticos, isso quando as propostas didáticas incluem intencionalmente essa finalidade (Vieira, Tenreiro-Vieira e Martins, 2011). Outras perspectivas de ensino também defendem o desenvolvimento do pensamento crítico, tais como: Estudos de Casos Investigativos, Aprendizagem Baseada em Problemas, Mapas Conceituais, entre outros; contudo, iremos trilhar o caminho da abordagem CTS e seu potencial para promover o pensamento crítico.

Com base nesses pressupostos teóricos, a seguir referenciados, planejamos uma investigação focada na promoção de capacidades de Pensamento Crítico (PC) mobilizadas por um grupo de estudantes do Ensino Médio ao passarem por uma abordagem de ensino CTS no contexto de uma Sequência de Ensino Aprendizagem. Considerando a dimensão CTS foi

elaborado uma Sequência de Ensino Aprendizagem (SEA) tendo em vista a inserção de elementos pedagógicos e epistemológicos que possibilitassem o desenvolvimento explícito e intencional de capacidades do Pensamento Crítico relacionadas a avaliar, tomar decisões e fazer juízos sobre informações, sobretudo como obter e utilizá-las (Tenreiro-Vieira e Vieira, 2014).

Assim posto, a pesquisa teve como objetivo e questão central a investigação de capacidades do Pensamento Crítico que estudantes mobilizam ao passarem pelo processo de validação de materiais didáticos na vertente CTS elaborados intencionalmente para promover capacidades de PC. Posto isso, junto com as possíveis aproximações CTS/SEA/PC que serão apresentadas na contextualização teórica, o presente artigo visa oportunizar uma discussão sobre os resultados dessa investigação no contexto da sala de aula.

### **Contextualização teórica**

Para tratarmos da relação CTS e formação do cidadão crítico, nos filiamos aos pesquisadores Vieira (2003) e Freire (2007), que teceram aproximações dessa abordagem de ensino com aspectos do pensamento crítico. Esta última autora, no contexto do ensino de Química, argumenta que existe forte potencial para desenvolver junto aos alunos o Pensamento Crítico com base nas interrelações CTS.

Ao se reportar à ideia de Pensamento Crítico, faz-se necessário clarificar que a literatura apresenta uma série de definições, seja nas esferas filosófica, psicológica ou educacional. Contudo, com base em Tenreiro-Vieira (2004; 2009), numa perspectiva cognitivista pode-se escrever que trata-se de um processo de avaliar, fazer juízos relativos às informações em que acreditar, obter e usar conhecimento para tomada de decisões. Como perspectiva para o ensino de Ciências, tal abordagem deve ser intencional, reflexiva, racional e avaliativa, buscando desenvolver um conjunto de capacidades que permita às pessoas poderem decidir racionalmente o que fazer ou em que acreditar na resolução de problemas (Tenreiro-Vieira, 2009).

Como forma de tecer relações entre a abordagem CTS e o PC, Santiago (2018) apresenta um estudo que evidenciou que materiais didáticos construídos e validados na vertente CTS se mostraram promotoras de PC de acordo com as capacidades de analisar argumentos e interagir com os outros, implicando assim que o material CTS tem potencial para a mobilizar o Pensamento Crítico. Vieira, Tenreiro-Vieira e Martins (2011) apresentam materiais didáticos com orientação CTS com base na exploração de atividades promotoras do Pensamento Crítico, o que presume o ensino intencional do mesmo.

A inserção da dimensão CTS pode ser enriquecida com a validação de Sequências de Ensino Aprendizagem (Santiago, 2018). Leach e colaboradores (2005) argumentam que a abordagem de SEA, que pressupõe uma investigação acerca da aprendizagem, passa por um processo de validação, sobretudo a priori e a posteriori. Portanto, a validação é uma forma de olhar para os objetivos e verificar possíveis avanços de aprendizagens de conceitos científicos durante todo o processo

de ensino, sobretudo em comparação com os estados inicial e final. Assim, as SEA podem contemplar duas frentes, uma da pesquisa e outra no processo de ensino-aprendizagem, sendo utilizadas, então, como ferramentas de pesquisa e/ou inovações na abordagem de ensino (Méheut e Psillos, 2004; Méheut, 2004; Leach et al., 2005).

A perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) no contexto escolar, no âmbito da educação em Ciências, pressupõe que os estudantes podem obter aprendizagem científica e tecnológica, o que possibilita a resolução de problemas e tomada de decisões relativas às questões com as quais se deparam em sociedade (Santos e Mortimer, 2000). Enquanto abordagem metodológica, as estratégias para desenvolver um ensino com essa orientação devem ser diferenciadas e diversificadas, não presas a uma simples transmissão cultural, com vistas a colocar os estudantes frente à resolução de problemas que possibilitem o debate de ideias, levando-os a analisar criticamente argumentos, formular questões, entre outras estratégias (Firme e Amaral, 2011).

Atualmente pode-se encontrar na literatura um número crescente de trabalhos sobre estudos CTS no ensino de Ciências. Existem as mais variadas discussões, mas quase sempre os trabalhos apontam que essa perspectiva de ensino tem como objetivo desenvolver atitudes e valores nos estudantes, para que possam atuar em sociedade com vistas a transformá-la. Santos e Mortimer (2000) apresentaram um artigo destacando que o ensino de Ciências numa perspectiva CTS era desenvolvido praticamente em todo o mundo e compararam os variados projetos de ensino que exploram diferentes perspectivas CTS. Os autores apontaram que os currículos vinculados a esses projetos têm como objetivo preparar os estudantes para viverem como cidadãos e geralmente abordam os conteúdos científicos no contexto social (Santos e Mortimer, 2000).

Trazendo a contribuição histórica de Aikenhead (2009), no que tange a abordagem de ensino CTS, esse autor aponta que a situação de estudo deve partir da dimensão social (S), que esteja imerso no contexto social e relacionada a aportes tecnológicos (T) e, ainda, que essa relação seja interpretada com base no conhecimento científico (C). É importante que exista uma correlação interpretativa dos conhecimentos C e T sobre a dimensão S, na perspectiva desse autor o ensino CTS deve destoar de abordagens apenas fugazes caracterizadas pelo incremento CTS centradas apenas no ensino de conceitos como foco central.

Discutindo as distinções de abordagens CTS em educação, Pedretti e Nazir (2011) mostraram um estudo no qual apontam que mesmo frente a 40 anos de produção de trabalhos, ainda prevalece muita confusão acerca de CTS ou CTS(A), aqui com a inclusão da dimensão Ambiente. As autoras, sem problematizar as siglas CTS e CTSA na qualidade de distinções epistemológicas, apontam a existência de diferentes discursos sobre abordagens CTS. Sabe-se que essa forma de ver a relação CTS e CTSA destoa de alguns autores que veem a necessidade de considerar esta última de forma mais abrangente, pois é necessário a inclusão de aspectos étnicos-ambientais (Hoffmann, 2011).

Embora o debate seja importante, neste artigo iremos tecer relações, por meio da validação de SEA, dessa abordagem de ensino de Ciências com o desenvolvimento do Pensamento Crítico empregando apenas o termo CTS.

Após essa digressão retomamos a ideia da abordagem CTS como mais uma alternativa e não a única dentre todas para o ensino de Ciências. Na investigação realizada, a qual resultou os dados discutidos neste artigo, assumimos a perspectiva do ensino CTS como a posta por Aikenhead (2009), que presume as relações das três dimensões de modo representativos em grau de importância. Assim, o conhecimento científico é parte importante do estudo, contudo não é este o foco principal, pois deve-se considerar também as dimensões Tecnologia e Sociedade ao se estudar um problema posto, vemos assim, que não existe supremacia dos conteúdos engessados do currículo escolar.

Como forma de trabalhar a perspectiva CTS de ensino na sala de aula Cachapuz, Praia e Jorge (2002) apresentam o Ensino Por Pesquisa (EPP), que se estrutura em três momentos: Problematização, Metodologias de Trabalho e Avaliação da Aprendizagem e do Ensino. Esses autores argumentam que a utilização de situações problema do cotidiano no ensino de Ciências pode permitir reflexões sobre processos da ciência e da tecnologia e suas interrelações com a sociedade e ambiente, o que faculta aos estudantes uma aprendizagem científica e tecnológica para atuarem bem informados em uma sociedade.

A perspectiva de EPP pode ser posta em sala de aula por meio de uma SEA ao considerar o conhecimento científico como forma de interpretação de um contexto problematizado o que presume que o professor considere os conhecimentos prévios dos alunos na sua prática. Evidenciam-se duas dimensões distintas no emprego de materiais didáticos com essa natureza, uma epistêmica, ligada ao conhecimento, e outra pedagógica, ligada às relações professor aluno. Méheut e Psillos (2004) argumentam que as SEA permitem considerar questões de cunho epistêmico, como suposições sobre concepções de ensino-aprendizagem, abordagens de situações-problema e método científico e na dimensão didática destacam-se questões sobre o papel do professor, as formas de interações professor/aluno e a demanda de recursos didáticos.

A abordagem desses materiais didáticos deve ser pensada na interpretação sistemática de um contexto, o que presume o uso da estratégia de resoluções de problemas com vistas a contemplar uma tomada de decisões consciente frente a situações controversas. O material didático construído nunca está pronto e acabado para o professor, pois é um *continuum* verificar suas potencialidades. Consequentemente se faz necessário períodos de testes na sala de aula, o que pode se configurar na validação das SEA (Leach et al., 2005).

Como já mencionado, as SEA podem estar orientadas com enfoque CTS a destacar que essa natureza de abordagem permite a formação de cidadãos críticos no processo democrático de tomada de decisões na sociedade, possibilitando que estudantes compreendam as interações entre ciência, tecnologia e sociedade e ainda desenvolvam a capacidade de resolver problemas e tomar decisões relativas às questões com as quais se deparam como cidadãos. Freire (2007) defende que o ensino de Química com

enfoque CTS pode ser uma possibilidade para desenvolver Pensamento Crítico junto aos estudantes da Escola Básica, o que nos trouxe uma justificativa plausível para realizar aproximações CTS/SEA/PC no âmbito do Ensino de Ciências.

Tentando tecer relações entre a abordagem CTS e o PC ressaltamos as ponderações apresentadas por Tenreiro-Vieira (2009) acerca do Pensamento Crítico:

O pensamento crítico desempenha um papel fundamental na adaptação, com êxito, às exigências pessoais, sociais e profissionais do século XXI. Dado que o conhecimento base, na generalidade das áreas, rapidamente se expande e altera, torna-se imprescindível preparar o aluno para lidar com a proliferação rápida da informação e para se adaptar a diferentes campos profissionais. Tal exige o uso de capacidades de pensamento crítico, pois estas permitem ao indivíduo resolver problemas e tomar decisões racionais (Tenreiro-Vieira, 2009, p. 229).

Pode-se perceber que resolver problemas e tomar decisões racionais são características presentes nas duas perspectivas de ensino CTS e PC; contudo, podemos tecer aproximações para além desses dois aspectos. Santiago (2018), tratando dos dois campos teóricos em seu estudo, evidenciou que as correlações dos pressupostos CTS com capacidades do Pensamento Crítico se aproximam em grau elevado, sendo as capacidades do PC como: analisar argumentos e decidir sobre uma ação as que mais tem intersecção com a dimensão CTS. Essa autora concluiu em seu estudo que aplicação de SEA numa perspectiva CTS em sala de aula permitiu perceber que o material tem potencial para mobilizar capacidades do Pensamento Crítico nos momentos que os estudantes podem resolver problemas e tomar decisões racionais.

Tratando de PC existem outras capacidades do Pensamento Crítico a conhecermos. Vieira (2003) e Tenreiro-Vieira (2004), com base em estudos sobre PC que Ennis (1985) realizou no contexto norte-americano, apresentam uma taxonomia com doze grupos de capacidades do Pensamento Crítico, que são: (i) focar numa questão; (ii) analisar argumentos; (iii) fazer e responder a questões de clarificação e desafio; (iv) avaliar a credibilidade de uma fonte; (v) fazer e avaliar observações; (vi) fazer e avaliar deduções; (vii) fazer e avaliar induções; (viii) fazer e avaliar juízos de valor; (ix) definir termos e avaliar deduções; (x) identificar assunções; (xi) decidir sobre uma ação e (xii) interatuar com os outros.

Essas capacidades que os estudantes podem desenvolver ou potencializar em diferentes contextos e de forma gradual e sistemática desde os primeiros anos de escolaridade, são, por exemplo: realizar observações, formulações e resoluções de questões problema, planejamentos de investigações apropriadas e formulações de explicações embasadas em conhecimento sistematizado a partir da análise dos dados obtidos (Vieira e Vieira, 2014).

Vieira e Vieira (2014) apresentam ainda outras duas dimensões do Pensamento Crítico: conhecimentos e normas (critérios) que se referem aos conhecimentos são fundamentais para a mobilização do PC, visto que, para

tomar decisões, é necessário ter conhecimento sobre algo, sobretudo científico. E as normas se aplicam, por exemplo, a aspectos internos de um campo de atuação, como o fato da atividade experimental científica levar em consideração o controle de variáveis, a confiabilidade das fontes, a formulação de inferências, etc.

Contudo, como imprescindível para o desenvolvimento do PC têm-se as disposições, que tem correlação com intencionalidade, em querer fazer algo, o que se aproxima do campo mais afetivo (Tenreiro-Vieira e Vieira, 2014). Tais disposições podem ser: procurar razões; tentar estar bem informado; utilizar e mencionar fontes credíveis; levar em consideração a situação na sua globalidade; tentar não se desviar do cerne da questão; procurar alternativas; ter abertura de espírito; tomar uma posição (e modificá-la) sempre que a evidência e as razões sejam suficientes para o fazer, usar as suas próprias capacidades para pensar de forma crítica e ser sensível aos sentimentos (Tenreiro-Vieira e Vieira, 2000).

Ao tecer aproximações entre Sequências de Ensino Aprendizagem, Ensino de Ciências na vertente CTS e capacidades do Pensamento Crítico, percebe-se que a inserção das intencionalidades das capacidades do PC, no processo de validação de SEA, pode ser o fio condutor para potencializar abordagens CTS no âmbito da sala de aula. Isso é possível uma vez que segundo Tenreiro-Vieira (2009) as abordagens que considerem PC devem ser intencionais, ou seja, o material deve ser desenvolvido com tais objetivos.

### **Aportes metodológicos**

Destacando inicialmente que o objetivo do Projeto de Pesquisa foi investigar a mobilização de capacidades do PC por estudantes que passam pelo processo de validação de materiais didáticos na vertente CTS, elaborados intencionalmente para promover explicitamente capacidades de PC, presume-se uma investigação de natureza qualitativa e viés interpretativo de um fenômeno escolar (Coutinho, 2016). Nosso estudo se enquadra nessa perspectiva por se tratar de um trabalho no contexto da sala de aula, buscando validar uma SEA construída de acordo com as perspectivas CTS/PC junto a estudantes da Escola Básica Brasileira.

Contudo, antes de apresentar o processo de investigação apresentaremos as características estruturais do material didático. A SEA em questão considera características propostas por Méheut (2004) de um currículo curto, pensada para uma abordagem mais pontual de oito intervenções considerando uma hora/aula cada. Assim, embasados em nossas referências teóricas adotamos a configuração da abordagem CTS (Aikenhead, 2009) e intencionalidades do PC (Tenreiro-Vieira e Vieira, 2000; Vieira e Vieira, 2014) com base na perspectiva de Ensino Por Pesquisa (Cachapuz, Praia, e Jorge, 2002). Como bem destacam Tenreiro-Vieira e Vieira (2000) a mobilização de capacidades de pensamento crítico deve estar presente no ensino como forma de possibilitar aos estudantes a resolução de problemas e a tomada de decisões sobre questões científicas que influenciam a sociedade.

A SEA foi elaborada tendo em vista a inserção de estratégias de ensino que possibilitassem o desenvolvimento intencional de capacidades do Pensamento Crítico. Em vista disso, na sua formulação foram projetadas as

seguintes capacidades do PC: focar numa questão, analisar argumentos, fazer e responder a questões de clarificação e ou desafio, induzir e avaliar induções e fazer e avaliar juízo de valor. Desse modo, pode-se estabelecer uma projeção de quais capacidades a SEA poderia potencialmente permitir ao professor mobilizar no contexto da sala de aula conforme se pode verificar no Anexo 1.

A SEA intitulada Combustíveis e Energia, do ponto de vista da dimensão Ciência, trata de conteúdos da termoquímica como: calor e temperatura, processos endotérmicos e exotérmicos,  $Q = m.c.\Delta T$  e Teoria do Calórico. O material didático explora questões da dimensão Tecnologia ao colocar em discussão questões tecnológicas sobre o uso dos combustíveis. Tratando da dimensão Sociedade verifica-se a ideia de trabalhar os conteúdos relacionados a aspectos sociais, políticos e econômicos dessa temática.

O início da validação, em um colégio do Estado de Sergipe, se deu com a aplicação da SEA para 37 estudantes de 4 turmas do Ensino Médio por parte da professora Licenciada em Química, pesquisadora e uma das autoras deste estudo. Neste trabalho apresenta-se a análise feita junto a 17 alunos, visto que estes foram os que participaram de todos os momentos de aplicação do referido material.

Com base na validação interna de SEA em que presume-se investigar aprendizagens durante todo o processo no qual os estudantes estão envolvidos com as atividades do material didático justifica-se o estudo sobre possíveis capacidades do PC mobilizadas apenas por esses estudantes (Méheut e Psillos, 2004; Leach, et al., 2005). Nesse caso de validação, não comparativo entre turmas, apreciam-se como os estudantes percebem o conteúdo trabalhado durante a SEA, verificando se os objetivos foram alcançados.

Durante a aplicação da SEA foram coletados registros escritos (atividades, questões, exercícios e textos), registros em áudio (através de captadores de som posicionados em locais estratégicos das salas de aulas e com autorizações das professoras envolvidas). Isso foi realizado de modo a permitir a interpretação sobre os escritos que os estudantes apresentaram no processo de aplicação da SEA e a partir das falas que estes faziam conforme aconteciam as discussões em grupos.

O tratamento dos dados coletados foi realizado mediante a utilização do referencial de Análise de Conteúdo, como proposto por Bardin (2011) que consiste na pré-análise do material seguida de sua exploração e, por fim, seu tratamento, por meio da inferência e da interpretação dos dados, os quais podem ser codificados em unidades de registro e categorizados. Esses passos foram seguidos em um primeiro olhar sobre dos dados obtidos, sobretudo os materiais escritos pelos 17 estudantes. Com essa primeira pré-análise tivemos um panorama de quais categorias *à posteriori* passaríamos a ter como objeto de estudo, que seriam expressas na SEA: focar numa questão, analisar argumentos, fazer e responder as questões de clarificação e/ou desafio e fazer e avaliar juízo de valor. Desse modo, buscamos nos registros do estudantes, o que consideramos unidades de contexto, elementos que se correlacionassem com as capacidades do PC destacadas, por exemplo, na questão do material didático que intencionalmente apelava para determinada capacidade do PC buscamos o

contexto apresentado pelo estudante para tal capacidade, para que a partir deste pudessemos selecionar a unidade de registro demarcatória para configurar a respectiva categoria de análise.

O processo de aplicação do material transcorreu-se por 4 semanas de 2018 que na exploração, tratamento e interpretações dos dados (Bardin, 2011), percebeu-se que todas as capacidades intencionalmente planejadas na SEA não foram mobilizadas por eles, ou seja, ainda que o material possibilitasse manifestar as capacidades delineadas para o estudo, frente a ação em sala de aula não verificamos unidades de registros para todas as capacidades. Importante destacar que a Análise de Conteúdo foi realizada sobre os materiais escritos e os áudios e realizado com o apoio do software WebQDA, o qual permite potencializar a análise qualitativa dos dados.

### Resultados e sua discussão

Relembrando que o material didático traz como mote a chamada para o tema Combustível e Energia, o qual foi extraído de um contexto de grande discussão no momento histórico brasileiro dos custos com combustíveis.

Com base em cada fala dos estudantes, das unidades de contexto, buscamos identificar as unidades de registros que permitissem classificar os recortes de falas de acordo com as capacidades focar numa questão e analisar argumentos. Assim, podemos iniciar a discussão sobre essas duas capacidades de acordo com as aulas. Abrangendo todo o estudo o esquema 1 permite visualizar o número de estudantes que mobilizaram tais capacidades de acordo com as 8 aulas.



Esquema 1. Capacidades mobilizadas com a abordagem da SEA, de acordo com as aulas

Na primeira aula, em que apelava para a capacidade focar uma questão, percebe-se que 5 de 17 estudantes mobilizam esta capacidade. Presume-se que na etapa de problematização, na situação de estudo, os estudantes tenham que entender a questão central do problema posto, ou seja, é importante que os estudantes possam ter em mente a questão central do estudo. Nas aulas 3, 4 e 5 se percebe uma quantidade mais elevada de estudantes mobilizando a capacidade focar uma questão; o número deles sobe para 8, 8 e 11 respectivamente. Como percebe-se nas aulas 7 e 8, nas

quais tem-se 11 e 12 estudantes de acordo com a capacidade em discussão (vide esquema 1). Vale destacar que, na aula 2 e 6, a capacidade focar uma questão não foi intencionalmente expressa no material didático.

Ainda com base no esquema 1, tratando da capacidade analisar argumentos, desconsiderando evidentemente as aulas 1 e 7 que não apelavam para tal capacidade, todas as outras presumiam a mobilização desta. Verifica-se, evidentemente, que se trata de uma capacidade que requer maior mobilização cognitiva do estudante (Santiago, 2018). Tratando da aula 5 o material contribuiu para que 4 estudantes mobilizassem essa capacidade, sendo uma justificativa plausível para esse fator observado é que aulas experimentais investigativas contribuem para o desenvolvimento de argumentos dos estudantes (Silva, 2020).

Apresentado esses resultados mais gerais verifica-se que capacidade focar uma questão teve maior potencial de mobilização em detrimento a capacidade analisar argumentos. Do ponto de vista das intencionalidades analisar argumentos foi mais destacada ao longo do material didático, uma vez que, das 8 aulas, apenas duas não expressavam essa capacidade, contudo somente na aula 4 da SEA tal capacidade foi mobilizada de modo satisfatório. Buscando problematizar mais elementos deste estudo, para além dos aspectos gerais da aplicação do material didático, iremos realizar uma discussão mais detida na AC sobre as duas categorias.

Retomando o esquema 1 verifica-se que a capacidade focar numa questão parece em tendência predominante, ampliando a quantidade de estudantes que têm essa capacidade mobilizada ao longo das aulas. Então, ressaltando a capacidade focar numa questão, aquela que necessita que os estudantes possam identificar ou formular uma questão, dos 17 alunos que participaram do estudo (E1 a E17), apenas 5 deles apresentaram respostas condizentes à questão apresentada na aula 1 (Problematização EPP). Destacam-se a seguir dois recortes escritos de dois estudantes E11 e E3, dentre os 5 (E3, E6, E8, E11 e E16) que evidenciam essa capacidade em suas respostas (unidades de registro na AC):

R\_questão 01. Quando a gasolina é queimada, ela libera uma quantidade muuítom maior de energia, porque é um tipo de óleo, já a madeira, a quantidade de energia é menor, porque ele é a matéria-prima (E11).

R\_questão 02. Existe questões como a poluição e degradação da terra que acaba por prejudicar a utilização de combustíveis fósseis, más também há o lado bom da utilização dos mesmos, como o custo e a facilidade, além da disponibilidade, já que por exemplo, na França o combustível mais utilizado para geração de energia é o coque ou carvão aquecido, por não haver tanta disponibilidade de se utilizar a energia hidroelétrica [...] (E3).

Com base nessa análise verifica-se que os alunos conseguem responder de modo a apresentar explicações esperadas às duas questões, ou seja, focaram na questão central. Importante frisar que a problematização é o momento onde os estudantes apresentam suas ideias iniciais sobre os conhecimentos tratados na abordagem (Silva e Marcondes, 2015).

Na aula 2 o material didático presumia uma atividade que os estudantes buscassem investigar com diferentes especialistas (mecânicos, técnicos automotivos, engenheiros automotivos, entre outros profissionais da área) sobre aspectos técnicos, socioambientais e econômicos relacionados ao processo de produção dos combustíveis. Esperava-se que pudessem confrontar pontos de vista de especialistas e conhecedores sobre aspectos relacionados ao processo de queima dos combustíveis a fim analisar argumentos (capacidade em questão).

No que tange a capacidade de analisar argumentos não pode-se verificar nas falas dos estudantes elementos que configurem posicionamentos de diferentes profissionais que lidam no dia a dia com combustíveis. A seguir é apresentado um recorte de fala de um dos estudantes (E15) como forma de evidenciar os elementos de construção de argumentos.

R\_questão. a combustível gasolina tem melhor desempenho diante dos demais. O GNV é o mais barato, porque é gasto muito pouco (consumo), [...] libera 70% a menos de dióxido de carbono. Melhor combustível são aqueles aditivados que limpam o motor. Gasolina na comum e o álcool é mais limpo (E15).

Era esperado que os estudantes pudessem analisar os argumentos sobre aspectos técnicos e científicos dos diversos combustíveis, contudo como se percebe no trecho: "combustível gasolina tem melhor desempenho diante dos demais" ou "GNV é o mais barato, porque é gasto muito pouco [...] libera 70% a menos de dióxido de carbono", não configura como análise de argumentos contidos nas justificativas dos diversos personagens que conhecem questões científicas e técnicas dos combustíveis

A aula 3 da SEA tinha o objetivo de mobilizar as capacidades focar numa questão, analisar argumentos e induzir e avaliar induções. O material didático na aula apresenta uma atividade experimental investigativa visando estabelecer relação entre o poder calorífico e a quantidade de calor dos combustíveis e demais materiais.

Com a atividade experimental presente no material didático percebe-se que a capacidade focar numa questão apresentou indícios de mobilização por parte de alguns estudantes. A seguir são apresentados dois recortes de falas representativos de 2 dos 8 estudantes que mobilizaram essa capacidade do Pensamento Crítico:

R\_questão. Quando queimamos o combustível é produzido energia na forma de luz e calor, diferentes materiais produzem diferentes quantidades de energia. A análise de dados cada um dos componentes na fórmula, após fazer verificações com os termômetro e balança, dá para determinar (E11).

Percebe-se que o estudante (E11) ao informar que diferentes combustíveis ao queimar produzem diferentes quantidades de energia mostra que esta acontecendo foco na questão central da aula.

Nas aulas 4 e 5 do material didático abordam um outro experimento sobre comparação dos poderes caloríficos dos combustíveis, nesse caso, querosene e etanol. Sobre esse o foco na questão E5 aponta:

R\_questão. Óleo diesel, porque o poder calorífico é muito melhor, mesmo o custo sendo mais alto. Carvão vegetal, mesmo o preço sendo bom e o poder calorífico ser bom também, ele causa muita sujeira. Lenha, porque causa impacto ambiental muito grande, mesmo sendo barato (E5).

Discutindo a aula 5, pois essa representa um complemento da aula 4, percebe-se que as capacidades focar numa questão e analisar argumentos são estimuladas mais gradativamente. Na análise dos dados escritos e gravados em áudio percebeu-se que na discussão sobre os resultados do experimento eles puderam debater seus argumentos e dos colegas frente às informações científicas, sendo que 11 alunos focaram nas questões apresentadas na SEA e dos 17 estudantes, 4 deles, puderam analisar argumentos.

Em respostas às aulas 4 e 5 verifica-se que os estudantes explicam que o combustível libera energia em função de sua composição. O registro evidencia que a razão para essas diferenças está na estrutura do material, o que configura-se como argumento. Vieira e Vieira (2014) trazem que identificar razões e compreender um argumento pode se configurar na capacidade do PC analisar argumentos. Nessa perspectiva os estudantes poderão considerar diferentes pontos de vistas, entender os argumentos fundamentados e estabelecer seu próprio pensamento a respeito da questão posta (Freire, 2007).

Os recortes (unidade de registro) abaixo evidenciam essa análise:

R\_questão. [...]compreendemos que diferentes tipos de combustíveis liberam diferentes quantidades de energia, cada um material desse tem sua composição e seu material apesar de algumas se mostrar bem semelhante ao outro (E13).

R\_questão [...] os dois têm quantidade de calor, através da medição de calor. Através da medição da quantidade liberada de calor que eles têm [...] porque cada sua temperatura, dependendo do combustível (E3).

Sobre a aula 6 a SEA apresenta uma atividade que busca, determinando teoricamente, o poder calorífico de diversos combustíveis, de modo a comparar a quantidade de calor produzida na combustão de diferentes combustíveis. Esperava-se que os estudantes pudessem propor e analisar argumentos com base em conhecimento científico, que pudessem prever e determinar a quantidade de calor gerado por um combustível.

Como em nenhum recorte de fala foi possível analisar na fala e escrita dos estudantes coerência dessa argumentação ligada a essa capacidade, pode-se constatar que o material não estava com potencial para tal. Como já destacado, esta capacidade requer mais mobilização do ponto de vista cognitivo, pois trata-se de: identificar conclusões; identificar as razões enunciadas; identificar as razões não enunciadas; e resumir (Tenreiro-Vieira e Vieira, 2013). Nessa aula, assim como na aula 3, a reformulação se faz importante com base em uma discussão conjunta pesquisadores e professora do Ensino Médio.

Por fim, as aulas 7 e 8 da SEA, as capacidades intencionalmente planejadas para o material foram focar numa questão, analisar argumentos e fazer juízo de valor. Em análise no estudo verificamos a primeira capacidade mobilizada, como pode-se verificar por meio do Esquema 1 que mostra a alta incidência de registros que configuram a capacidade focar uma questão. No caso para as capacidades analisar argumentos e fazer juízo de valor, que não foram percebidas nos registros dos alunos para as aulas 7 e 8, podemos inferir que o material precisa ser reformulado, pois não configurou em estratégia para que os estudantes pudessem discutir sobre possíveis saídas para a diminuição da produção de gás carbônico, que pudessem compreender que a escolha do combustível interfere nos impactos ambientais. Esperava-se que o estudante ao entender que o combustível libera energia em função de sua composição poderia compreender a correlação disso com a maior produção de gases poluentes o que levaria a ter juízo de valor para refletir sobre a escolha do melhor combustível com base em conhecimento científico (Vieira e Vieira, 2014).

Em síntese, no que tange a essas capacidades do Pensamento Crítico não mobilizadas pelos estudantes, verifica-se nos escritos de Vieira e Tenreiro-Vieira (2009), que o material didático em estudo precisa de ser melhorado e reformulado para ser mais explícito e intencional no apelo a capacidades do PC descritas. Todavia, destaca-se que existe uma mobilização e manifestação clara das capacidades dos estudantes ligadas ao focar em uma questão. Frente a tal resultado, apresenta-se a necessidade de uma reformulação profunda da SEA, ou seja, em curso de sua validação (Méheut, 2004; Leach et al., 2005).

Por se tratar de um processo de validação de materiais didáticos, buscando produzir um material que de fato contribua para os professores desenvolverem um ensino CTS (Santos e Mortimer, 2000; Aikenhead, 2009), aponta-se a elevada necessidade de readequação da Sequência de Ensino-Aprendizagem aplicada. A capacidade analisar argumentos foi intencionalmente a mais destacada ao longo do material didático, uma vez que, das 8 aulas, apenas duas não expressavam essa capacidade, contudo somente, na aula 5 da SEA, tal capacidade foi mobilizada de modo satisfatório. Isso não desqualifica o trabalho realizado nesta pesquisa, pelo contrário, mostra novos caminhos a serem trilhados nas reelaborações da SEA visando desenvolver as capacidades do Pensamento Crítico no contexto escolar.

Por fim, evidenciamos que ensinar na perspectiva de desenvolver o PC implica em abordagens mais problematizadoras, que contribuam para que os estudantes possam pensar e agir em situações de ensino (Santos e Mortimer, 2000). Materiais didáticos com orientação CTS permitem aulas mais contextualizadas e promotoras da Alfabetização Científica, o que pode contribuir para que os estudantes, com base em conhecimento científico, possam se inserir criticamente na sociedade contemporânea (Silva, Wartha e Kauark, 2021).

### **Conclusões**

A pesquisa evidenciou o processo de validação de materiais didáticos na vertente CTS elaborados intencionalmente para promover as capacidades

de PC mostrou resultados substanciais para discussão. Embora a SEA tenha sido planejada inicialmente também para as capacidades: induzir e avaliar induções (aula 3), fazer e responder a questões de clarificação e ou desafio e fazer juízo de valor, elas não foram potencialmente mobilizadas. As possíveis razões explicativas passam essencialmente, por um lado, por esta exigência não ser prática nas salas de aula brasileiras e os alunos terem, também por isso, dificuldades em mobilizar as suas capacidades de pensamento crítico e, por outro lado, em melhorar e tornar mais explícito o apelo a estas capacidades dos estudantes em futuras reformulações dos materiais didáticos.

Particularmente, estes resultados mostram a necessidade de potencializar a inserção dessa capacidade na SEA, se atentando para suas características de identificar conclusões; identificar as razões enunciadas; identificar as razões não enunciadas; e resumir. Para tal considera-se necessário continuar a conceber, produzir e avaliar atividades e outras sequências didáticas com outras estratégias de ensino / aprendizagem e a propósito de outras temáticas científicas. Refira-se que a capacidade de focar numa questão foi intencionalmente a mais destacada ao longo do material didático, uma vez que, das 8 aulas, apenas duas não expressavam essa capacidade de forma explícita.

Sobre a capacidade analisar argumentos, esta não se concluiu de modo satisfatório pois o que prevaleceu o uso de atividade experimental para comparar o poder calorífico dos diferentes combustíveis. Nesse sentido, essa investigação apresentou resultados similares aos estudos sobre atividades experimentais investigativas, que mostra o potencial da investigação no desenvolvimento desta capacidade.

Vale considerar que as atividades e estratégias apresentadas na SEA foram aplicáveis em sala de aula, sendo as mesmas potencializadoras para mobilizar algumas das capacidades de pensamento crítico esperadas. Este material contribuiu na aprendizagem dos estudantes sobre os conhecimentos científicos e tecnológicos envolvidos na combustão dos combustíveis, sobretudo da correlação da quantidade de calor destes com a produção de poluição considerando os gases resultantes do processo. Pode-se inferir que as capacidades *focar uma questão* e *analisar argumentos* contribuíram para que os estudantes pudessem apresentar posturas críticas e participativas sobre a temática de estudo e sua relação com aspetos socioambientais.

Por fim, essa validação foi satisfatória para evidenciar que a exploração da produção de materiais didáticos próprios, na abordagem CTS pautada nas capacidades do Pensamento Crítico, tem fortes argumentos para defender que esse parece ser mais um caminho viável, viabilizando que as pesquisas em ensino de Ciências de fato comecem a transpor os portões das escolas básicas.

Neste sentido as perspectivas futuras passam por continuar a desenvolver mais e novas sequências didáticas de forma colaborativa com professores, investigadores e peritos internacionais. Tal como esta pesquisa, procurar-se-á alargar estes processos de desenvolvimento a outros investigadores na área, quer do Brasil, quer ibero-americanos, como a maioria dos que

colaboraram em livro recente publicado (Kiouranis, Vieira, Tenreiro-Vieira e Calixto, 2021).

### **Referências bibliográficas**

Aikenhead, G. K. (2009). *Educação Científica para todos*. Mangualde: Edições Pedagogo.

Auler, D. (2001). Alfabetização Científico-Tecnológica para que? *Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências*, 3(2), 122-134. Retirado de <https://www.scielo.br/pdf/epec/v3n2/1983-2117-epec-3-02-00122.pdf>.

Bardin, L. (2011). *Análise de Conteúdo*. São Paulo: Edições 70.

Bastos, F., Nardi, R., Diniz, R. E., e Caldeira, A. M. (2004). Da necessidade de uma pluralidade de interpretações acerca do processo de ensino e aprendizagem de Ciências: revisitando os debates sobre Construtivismo. Em Nardi, R e F. Bastos (Organizadores), *Pesquisas em ensino de ciências: contribuições para a formação de professores* (9-55). São Paulo: Escrituras.

Cachapuz, A. F. (1999). Epistemologia e ensino de Ciências no Pós-Mudança Conceitual: análise de um percurso de pesquisa. *II Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências* (ENPEC), Valinhos (SP), Brasil.

Cachapuz, F., Praia, J., e Jorge, M. P. (2002). *Ciência, educação em ciência e ensino das ciências*. Lisboa: Ministério da Educação.

Coutinho, C. P. (2016). *Metodologia da Investigação em ciências Sociais e Humanas: teoria e prática* (2ª ed.). Coimbra: Almedina.

Ennis, R. H. (1985). Goals for a critical thinking curriculum. Em A. L. Costa, *Developing minds: A resource book for teaching thinking*. Washington, DC: Association for Supervision and Curriculum Development.

Firme, R. N., e Amaral, M. E. (2011). Analisando a implementação de uma abordagem CTS na sala de aula de química. *Ciências Educação*, 17(2), 383-399.

Freire, L. I. (2007). *Pensamento Crítico, enfoque educacional CTS e o Ensino de Química*. Dissertação, Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Florianópolis.

Hoffmann, W. A. (2011). *Ciência, tecnologia e sociedade: desafios da construção do conhecimento*. São Carlos: Edufscar.

Kiouranis, N., Vieira, R. M., Tenreiro-Vieira, C., e Calixto, V. (Orgs.) (2021). *Pensamento crítico na educação em ciências*. Brasil: Editora Livraria da Física.

Leach, J., Ametller, J., Hind, A., Lewis, J., e Scott, P. (2005). Designing and Evaluating Short Science Teaching Sequences: Improving Student Learning. K. Boersma, M. Goedhart, O. d. Jong, & Eijelhof, H. (Editores) *Research and The Quality of Science Education*, 209-220. Dordrecht: Spring.

Leão, N. M., e Kalhil, J. B. (2015). Concepções alternativas e os conceitos científicos: uma contribuição para o ensino de ciências. *Lat. Am. J. Phys. Educ.*, 9(4), 1-3. Retirado de [http://www.lajpe.org/dec15/4601\\_Nubia.pdf](http://www.lajpe.org/dec15/4601_Nubia.pdf)

Méheut, M. (2004). Designing and validating two teaching-learning sequences about particle models. *International Journal of Science Education*, 26(5), 605-618.

Méheut, M., e Psillos, D. (2004). Teaching-learning sequences: aims and tools for science education research. *International Journal of Science Education*, 26(5), 515-535.

Pedretti, E., e Nazir, J. (2011). Currents in STSE Education: mapping a complex field, 40 years on. *Science Education*, 95(4), 601-626.

Santiago, O. P. (2018). *Perspectivas da Abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade e suas relações com as capacidades de Pensamento Crítico*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática), Universidade Federal de Sergipe, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Matemática, São Cristóvão.

Santos, W. L. (2012). Educação CTS e Cidadania: confluências e diferenças. *AMAZÔNIA - Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, 9(17), 49-62.

Santos, W. L., e Mortimer, E. F. (2000). Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência - Tecnologia - Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*. Retirado de <https://www.redalyc.org/pdf/1295/129518326002.pdf>.

Silva, E. L., e Marcondes, M. E. (Março de 2015). Materiais didáticos elaborados por professores de química na perspectiva CTS: uma análise das unidades produzidas e das reflexões dos autores. *Ciência & Educação*, 21(1), 65-83.

Silva, L. H. (2020). *Possíveis mobilizações de capacidades do Pensamento Crítico em atividades experimentais investigativas*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática), Universidade Federal de Sergipe, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, São Cristóvão.

Silva, E. L., Wartha, E. J., e Kauark, F. Abordagens em ensino de Ciências promotoras do Pensamento Crítico. Em Kiouranis, N., Vieira, R. M., Tenreiro-Vieira, C., & Calixto, V. (Orgs.) (2021). *Pensamento crítico na educação em ciências*. Brasil: Editora Livraria da Física.

Tenreiro-Vieira, C. (2004). Formação em pensamento crítico de professores de ciências: impacte nas práticas de sala de aula e no nível de pensamento crítico de alunos. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 3(3), 228-256. Retirado de [http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen3/REEC\\_3\\_3\\_1.PDF](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen3/REEC_3_3_1.PDF)

Tenreiro-Vieira, C. (2009). Potenciar a utilização de recursos no ensino e aprendizagem da matemática a partir da reflexão sobre a acção. *Revista Electrónica de Educação Matemática*, 4(1), 39-53.

Tenreiro-Vieira, C., e Vieira, R. M. (2013). Literacia e pensamento crítico: um referencial para a educação em ciências e em matemática. *Revista Brasileira de Educação*, 18(52), 83-242.

Tenreiro-Vieira, M. C., e Vieira, R. M. (2000). Promover o Pensamento Crítico dos alunos: propostas concretas para a sala de aula. Porto: Porto Editora.

Vieira, C. T., e Vieira, R. M. (2014). *Construindo práticas didático-pedagógicas promotoras da Literacia Científica e do Pensamento Crítico*. Madrid: OEI - Iberciencia. Retirado de <http://www.ibercienciaoei.org/doc2.pdf>

Vieira, R. M. (2003). Formação Continuada de Professores de 1º e 2º ciclos do Ensino Básico para uma educação em Ciências com orientação CTS/PC. Tese de Doutoramento, Universidade de Aveiro, Aveiro.

Vieira, R. M., e Tenreiro-Vieira, C. (2005). *Estratégias de ensino/aprendizagem*. Lisboa: Piaget.

Vieira, R. M., Tenreiro-Vieira, C., e Martins, I. P. (2011). *A educação em ciências com orientação CTS: atividades para o Ensino Básico*. Porto: Areal Editores.

Vieira, R. M., Tenreiro-Vieira, C., e Martins, I. P. (2011). Critical Thinking: Conceptual Clarification and Its Importance in Science Education. *Science education international*, 22(1), 43-54. Retirado de <http://icaseonline.net/sei/march2011/p4.pdf>

Anexo 1. Capacidades expressas de acordo com as estratégias apresentadas no material didático

EPP	Descrição breve das estratégias apresentadas na SEA	Capacidades de PC em foco
Problematização	<p><b>Aula 1.</b> A aula inicial traz um texto informativo buscando problematizar a relevância de se discutir a temática combustíveis enquanto contexto socioambiental. Apresenta questionário problematizador com intuito de que os alunos expressem suas opiniões sobre a situação-problema na forma escrita. Para essa aula, é proposta uma discussão sobre a importância dos combustíveis para a sociedade, assim como discutir como esses agentes são possíveis poluidores do meio ambiente.</p>	Focar numa questão
Problematização	<p><b>Aula 2.</b> Apresenta inicialmente uma atividade com intuito de que os estudantes busquem investigar com diferentes especialistas (mecânicos, técnicos automotivos, engenheiros automotivos, entre outros profissionais da área) sobre aspectos relacionados ao processo. Para essa aula, propõe-se que os alunos elaborarem um roteiro de perguntas sobre os combustíveis, em termos de: melhor combustível, potência, consumo e grau poluidor. O propósito da aula é trazer para a discussão pontos de vista de especialistas e conhecedores sobre aspectos relacionados ao processo de queima dos combustíveis.</p>	Analisar argumentos
Metodologias de Trabalho	<p><b>Aula 3.</b> Nessa aula o material didático orienta uma atividade para que o professor apresente diversas informações científicas sobre a combustão dos diversos combustíveis, destacando a lenha, o óleo diesel e a gasolina com 20% de álcool. Assim, os estudantes poderão determinar e comparar o poder calorífico dos três tipos de combustíveis. Sugere-se que os alunos apresentem hipóteses sobre um determinado combustível ser quimicamente mais energético que outro. Assim, o professor tem como recurso problematizar aspectos econômicos e ambientais ligados aos três combustíveis, no que tange à relação custos e impactos na natureza.</p>	Focar uma questão
		Analisar argumentos  Induzir e avaliar induções
Metodologias de	<b>Aula 4.</b>	Focar numa

Trabalho	A aula visa a tratar da diferença calorífica dos materiais diferentes, combustíveis ou não. Desse modo, espera-se a discussão com base problematizadoras sobre o poder calorífico que os materiais apresentam. Assim, espera-se que os estudantes possam verificar que cada material tem um calor específico. Com auxílio do experimento sobre calor específico dos materiais, o professor pode estabelecer relação entre o poder calorífico e a quantidade de calor dos combustíveis e demais materiais.	questão Analisar argumentos Fazer e responder a questões de clarificação e ou desafio
Metodologias de Trabalho	<b>Aula 5.</b> Para essa aula, o material didático busca determinar experimentalmente a Quantidade de Calor dos combustíveis. O experimento possibilita a comparação da quantidade de calor de diferentes combustíveis, no caso querosene e etanol. Espera-se, com esse experimento, que os estudantes possam verificar suas hipóteses sobre qual combustível tem maior poder calórico.	Focar uma questão Analisar argumentos
Metodologias de Trabalho	<b>Aula 6.</b> A SEA traz uma atividade que busca, determinando teoricamente, o poder calorífico de diversos combustíveis, de modo a comparar a quantidade de calor produzida na combustão da mesma massa – no caso, um quilograma – de diferentes combustíveis. Desse modo, espera-se que os estudantes possam, a partir de informações contidas em uma tabela sobre poderes caloríficos, prever e determinar a quantidade de calor gerado por um combustível. Como fechamento, espera-se que o professor possa discutir a representação da equação química de combustão como informações necessárias para prever quantidades dos materiais, o que proporciona prever proporcionalmente a quantidade de CO <sub>2</sub> produzida na reação de combustão.	Analisar argumentos
Metodologias de Trabalho/ Avaliação da Aprendizagem e do Ensino	<b>Aula 7.</b> Para essa aula, A sea traz uma simulação da internet como apoio para auxiliar o professor a considerar alternativas, de modo a poder comparar informações e aspectos para decidir qual tipo de combustível, entre lenha e óleo diesel, é mais apropriado para uso na locomotiva. Espera-se que o estudante possa pesar na balança informações e estudos que comprovam o melhor tipo de combustível;	Focar numa questão Fazer e avaliar juízo de valor

	para tal, ele deverá interagir com a simulação, respondendo a perguntas e apresentando soluções a cada situação apresentada pelo material de computador.	
Avaliação da Aprendizagem e do Ensino	<b>Aula 8.</b> Tratando dos impactos ambientais ligados ao gás carbônico, a Atividade Final tem como objetivo permitir que os estudantes possam discutir oralmente e através de escritos, sobre possíveis saídas para a diminuição da produção de gás carbônico. Espera-se que entendam que a escolha do combustível interfere muito nos impactos ambientais. Desse modo, com os conhecimentos científicos e capacidades do PC abordados ao longo do material didático espera que o estudante possa avaliar critérios técnicos e ambientais para possíveis soluções, formulando até mesmo alternativas.	Focar uma questão
		Analisar argumentos
		Fazer e avaliar juízo de valor