

## Evidências da alfabetização científica em grafias de ilustrações na perspectiva CTSA no Ensino de Química

Andressa Algayer da Silva Moretti<sup>1</sup>

Zenaide de Fátima Dante Correia Rocha<sup>2</sup>

Cynthia Algayer da Silva<sup>3</sup>


**Resumo:** Este artigo teve como objetivo apresentar evidências da alfabetização científica (AC) de ilustrações gráficas e discursivas estruturadas por alunos do 2º ano do Ensino Médio, após aplicação de uma sequência didática (SD) denominada “Qual a Química que você respira?” elaborada na perspectiva ciência, sociedade, tecnologia e ambiente (CTSA). A SD foi organizada nos moldes dos três momentos pedagógicos (3MP) e aplicada em 4 encontros presenciais de 2 horas/aulas cada. Foi proposto como atividade avaliativa aos alunos que elaborassem uma história que contemplasse o conteúdo de termoquímica visto em sala. Para a análise qualitativa foi utilizada a análise de conteúdo de Bardin (2011) sendo as categorias pré-estabelecidas a partir dos indicadores de AC propostos por Sasseron e Carvalho (2008; 2010). A abordagem utilizada oportunizou um ambiente de reflexão a partir da observação das relações dinâmicas entre os elementos de CTSA no contexto escolar, com a formação cidadã dos educandos, pois o desenvolvimento do pensamento crítico favoreceu a elaboração de propostas para a solução de problemas de âmbito social e ambiental, evidenciadas pelas histórias criadas. Constatou-se que os estudantes foram capazes de relacionar conceitos de Química trabalhados na SD aos efeitos da poluição atmosférica no meio ambiente e na saúde.


**Palavras-chaves:** Indicadores. CTSA. Sequência Didática.

## Evidences of scientific literacy in spellings of illustrations on the CTSA perspective at Chemistry Teaching

**Abstract:** This article aims to present evidences of Scientific Literacy (SL) of graphic and discursive illustrations structured by students of the 2º year of high school, after the application of a didactic sequence (DS) named “What is the chemistry that you breath?” made on the Science, Technology, Society and environment (STS) perspective. The DS was arranged based on the three pedagogical moments (3PM) and applied in four presencial meets of two class hours per meet. It was proposed as an evaluative activity for the students to create a story that contemplated the thermochemistry subject they had in class. For the qualitative analysis it was used the analysis of content of Bardin (2011) and the pre-established categories related to the indicators of SA proposed by Sasseron and Carvalho (2008; 2010). The approach created an environment of reflection making use of the observations of dynamical relations between the STSE elements on the school context, with the citizen training of the students, because the development of critical thought favored

<sup>1</sup> Doutoranda em Educação para a Ciência. Professora da Universidade Estadual Paulista (UNESP), *campus* Bauru. São Paulo, Brasil. ✉ [andressa.moretti@unesp.br](mailto:andressa.moretti@unesp.br)  <https://orcid.org/0000-0002-9616-0601>.

<sup>2</sup> Doutora em Educação. Professora da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), *campus* Londrina. Paraná, Brasil. ✉ [zenaiderocha@utfpr.edu.br](mailto:zenaiderocha@utfpr.edu.br)  <http://orcid.org/0000-0002-1489-6245>.

<sup>3</sup> Doutora em Engenharia Química. Professora da Universidade Estadual de Maringá (UEM), *campus* Maringá. Paraná, Brasil. ✉ [cynthiaeq@gmail.com](mailto:cynthiaeq@gmail.com)  <https://orcid.org/0000-0001-9935-9299>.

the elaboration of proposals for solving social and environmental problems, evidenced on the stories created. It was noticed that the students were capable to connect the chemistry concepts showed on the DS to the effects of the atmospheric pollution on the environment and on health.

**Keywords:** Indicators. STS. Didactic Sequence.

## **Evidencia de alfabetización científica en la ortografía de las ilustraciones desde la perspectiva de la CTSA en la Enseñanza de la Química**

**Resumen:** Este artículo tiene como objetivo presentar evidencias de alfabetización científica (AC) de ilustraciones gráficas y discursivas estructuradas por estudiantes de segundo año de secundaria, de la aplicación de una secuencia didáctica (SD) denominada: “Qué es química respiras?”. elaborado en la perspectiva de la Ciencia, la Tecnología, la Sociedad y el Medio Ambiente (CTSA). El SD se organizó en la línea de los tres momentos pedagógicos (3MP) y se aplicó en 4 encuentros presenciales de 2 horas / clases cada uno. Se propuso como actividad evaluativa para los estudiantes crear una historia que contemple el contenido de termoquímica visto en el aula. Para el análisis cualitativo se utilizó el análisis de contenido de Bardin (2011) y las categorías fueron preestablecidas en base a los indicadores de AC propuestos por Sasseron y Carvalho (2008; 2010). El enfoque brindó una oportunidad de reflexión basada en la observación de las relaciones dinámicas entre los elementos de la CTSA en el contexto escolar, con la educación ciudadana de los estudiantes, ya que el desarrollo del pensamiento crítico favoreció la elaboración de propuestas para la solución de problemas sociales y ambientales, evidenciado por las historias creadas. Se encontró que los estudiantes fueron capaces de relacionar conceptos de Química trabajados en SD con los efectos de la contaminación atmosférica sobre el medio ambiente y la salud.

**Palabras clave:** Indicadores. CTSA. Secuencia Didáctica.

### **Introdução**

O desenvolvimento da Química como ciência, no decorrer da história da humanidade, ocorreu principalmente por meio de experimentações a partir da observação da natureza e suas transformações. A essência da Química, bem como outras ciências, concentra-se na resolução dos porquês, que, depois de solucionados, podem contribuir para o avanço científico-tecnológico e, conseqüentemente, para a sociedade.

Nas escolas, a identificação da necessidade de promover um ensino que integrasse os conteúdos de diversas disciplinas aliado com um caráter contextualizado despertou nos educadores, de maneira geral, o interesse em promover uma didática que considerasse as relações entre a ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

Atualmente, entre as metodologias de ensino e aprendizagem, a perspectiva educacional Ciência Tecnologia Sociedade e Ambiente (CTSA) vem adquirindo destaque por associar e inserir o contexto social do aluno ao conteúdo curricular. Essa perspectiva

educacional tem como principal característica a inserção da contextualização no ensino das Ciências, no qual o conteúdo é iniciado pela apresentação de situações problemas que são condizentes à realidade do aluno.

O ensino por CTSA, por explorar os fenômenos que relacionam a ciências da natureza no âmbito da Química aos aspectos tecnológicos, sociais e ambientais, proporciona ao aluno o estudo dos conceitos científicos a partir de situações reais, o que favorece a desconstrução de uma ideia de “Ciência” inaplicável e distante do seu cotidiano, e, a construção da capacidade da tomada de decisão de cunho científico e tecnológico em benefícios da sociedade.

Para amparar esta perspectiva educacional em CTSA, Sasseron e Carvalho (2008) retratam que a alfabetização científica (AC), discutida por diferentes autores como Auler e Delizoicov (2001), Chassot (2018) e Santos e Mortimer (2001), possui como essência a preocupação com o ensino de Ciência, ou seja, as razões que norteiam o planejamento desse ensino para a construção de benefícios práticos para as pessoas, a sociedade e ao meio ambiente.

Chassot (2018), considera que a alfabetização científica (AC) é, sobretudo, a associação de conhecimentos que beneficia a leitura de mundo e possibilita algumas vivências dos participantes. Sasseron e Carvalho (2008, p.334) partindo das ideias de alfabetização de Paulo Freire para o qual alfabetizar tem um significado abrangente, indo além de que o simples ler e escrever de forma mecânica, descreveram que a alfabetização científica deve proporcionar ao aprendiz a capacidade de organizar seu pensamento de maneira lógica, além de colaborar na construção de uma consciência crítica em relação ao mundo que o cerca.

O ensino do conteúdo de Termoquímica nas escolas, por vezes, pode gerar compreensões distorcidas sobre as formas de energias envolvidas nas transformações físicas e químicas da matéria. Diante desse fato é fundamental que o professor busque conciliar o conteúdo científico de Química com as circunstâncias que ocorrem na vida cotidiana dos alunos.

Desta forma, relacionar o conteúdo de Termoquímica com a poluição atmosférica no sentido de fomentar discussões sobre as principais consequências deste tipo de poluição e possíveis alternativas de mitigação aos impactos causados por gases poluentes, permite ao aluno a possibilidade de visualizar o conteúdo de Química como algo real e próximo ao seu cotidiano.

A partir destas reflexões este artigo teve como objetivo apresentar evidências da

alfabetização científica de produções de texto e gráficas estruturadas por alunos do 2º ano do Ensino Médio, após aplicação de uma sequência didática denominada “Qual a Química que você respira? ” na perspectiva CTSA.

Ressalta-se ainda que devido ao fato de as questões ambientais estarem em maior evidência social e de não ser possível ignorar os efeitos das relações diretas e indiretas entre a Ciência, Tecnologia e Sociedade ao Meio Ambiente, optou-se por se utilizar a sigla CTSA em substituição à CTS no decorrer deste trabalho.

### **O ensino na perspectiva CTSA como alicerce para a Alfabetização Científica**

A alfabetização científica no ensino de Química é elemento essencial a ser considerado no processo de ensino e aprendizagem, quando se almeja que o indivíduo seja capaz de compreender os fenômenos das relações que envolvem CTSA em seu cotidiano, e, possivelmente, aplicá-las em benefício próprio e da sociedade.

Santos (2007, p.483) aponta que:

O que se espera é que o cidadão letrado possa participar das decisões democráticas sobre ciência e tecnologia, que questione a ideologia dominante do desenvolvimento tecnológico. Não se trata de simplesmente preparar o cidadão para saber lidar com essa ou aquela ferramenta tecnológica ou desenvolver no aluno representações que o preparem a absorver novas tecnologias (SANTOS, 2007, p. 483).

Portanto,

Compreender as diferentes funções da abordagem de aspectos sócio científicos permite uma compreensão de que formar cidadãos não se limita a nomear cientificamente fenômenos e materiais do cotidiano ou explicar princípios científicos e tecnológicos do funcionamento de artefatos do dia-a-dia (SANTOS, 2007, p.5).

Chassot (2011) salienta como seria importante se os indivíduos alfabetizados cientificamente não detivessem somente a visão de mundo facilitada, mas que pudessem contribuir ativamente na transformação do mundo para melhor. Nesse sentido, presume-se que educação científica também tem o papel de fortalecer no indivíduo o interesse por assuntos comunitários, de maneira que ele assuma uma postura de comprometimento com a busca conjunta na solução de questões cotidianas.

Entende-se, portanto, que alfabetizar os cidadãos em ciência e tecnologia é hoje uma necessidade do mundo contemporâneo, pois educar para a cidadania é contribuir para a formação do indivíduo em participar de uma sociedade democrática, o que possibilita a

garantia de seus direitos, bem como o comprometimento do exercício de seus deveres por meio do desenvolvimento da capacidade de julgar (SANTOS; SCHNETZLER, 2010).

Convergindo com as ideias dos demais autores, Gil e Vilches (2001) afirmam ser previsto que, por intermédio da alfabetização científica, os estudantes utilizem as informações que detém sobre ciências para solucionar questões problemas por meio da reflexão e da tomada de decisões; que se interessem por discussões públicas sobre ciência e tecnologia; e que sejam capazes de compreender como se constroem os conhecimentos científicos.

Gil e Vilches (2001, p.31) pontuam que:

Ainda que certo que a alfabetização científica é adquirida como algo contínuo no desenrolar da vida de cada indivíduo (e claro que uns desenvolvem melhor que outros) é essencial romper com interpretações errôneas do que essa alfabetização implica e valorizar positivamente a tendência multidimensional da educação científica (GIL; VILCHES 2001, p.31, tradução nossa).

Assim pode-se considerar que o cerne do ensino CTSA na educação é promover a alfabetização científica e tecnológica dos cidadãos, isto é, contribuir para que o aluno possa construir conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomar decisões responsáveis e conscientes sobre questões de ciência e tecnologia na sociedade e atuar na solução de tais questões (SANTOS; SCHNETZLER, 2010).

### **Os indicadores da alfabetização científica e a proposta de ensino CTSA**

Sasseron e Carvalho (2008; 2010) destacaram três pontos considerados os mais importantes ao se pensar em alfabetização científica e os denominaram de Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica. As autoras reuniram as habilidades necessárias para compor cada eixo estruturante, e os dividiram como segue na Quadro 1.

Quadro 1: Os três Eixos Estruturantes da AC

Eixos Estruturantes da AC	Habilidades	Importância
Primeiro	Compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais	Sua importância reside no fato da necessidade exigida em nossa sociedade de se compreender conceitos-chave como forma de poder entender até mesmo pequenas informações e situações cotidianas
Segundo	Compreensão da natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos	No cotidiano é comum se defrontar com informações e conjunto de novas circunstâncias que nos exigem reflexões e análises, considerando o contexto

		antes de proceder
Terceiro	Entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente	Entende-se que praticamente todo fato da vida de algum ser humano tem sido influenciado, de alguma forma, pelas ciências e tecnologias, tornando imprescindível ser trabalhado quando se tem o desejo de um futuro saudável e sustentável para a sociedade e para o planeta.

Fonte: Adaptado de Sasseron e Carvalho (2008; 2010)

Para o ensino de ciências, os eixos estruturantes são tidos como importantes, pois, segundo Sasseron e Carvalho (2008, p.335; 2011, p.75-76) “são eles que nos servem de apoio na idealização, planejamento e análise de proposta de ensino que almejem AC”.

Sasseron e Carvalho (2011) salientam que:

As propostas didáticas que surgirem respeitando esses três eixos devem ser capazes de promover o início da Alfabetização Científica, pois terão criado oportunidades para trabalhar problemas envolvendo a sociedade e o ambiente, discutindo, concomitantemente, os fenômenos do mundo natural associados, a construção do entendimento sobre estes fenômenos e os empreendimentos gerados a partir de tal conhecimento (SASSERON; CARVALHO, 2011, p.76)

A partir dos eixos estruturantes da AC, as autoras em questão citam a necessidade em se trabalhar algumas habilidades que elucidam a forma como alguém, considerado alfabetizado cientificamente, reage e age quando se depara a alguma problematização ou conhecimento que integra os eixos estruturantes.

Assim, as autoras propõem alguns indicadores da AC, os quais representam algumas competências próprias das ciências e do fazer científico, e que foram organizados no Quadro 2

Quadro 2: Indicadores e suas competências de AC

Grupos	Indicadores	Competências
Grupo 1	Seriação de Informações	Relaciona-se ao estabelecimento de bases para a ação investigativa. Não prevê uma ordem a ser estabelecida para as informações: pode ser um rol ou lista de dados trabalhados ou com os quais se pretende trabalhar.
	Organização de Informações	Ocorre quando se discute o modo como um trabalho foi realizado. Pode ser entendido quando se busca mostrar um arranjo de informações novas ou já elencadas anteriormente e pode ocorrer tanto no início da proposição de um tema quanto na retomada de uma problematização.
	Classificação de Informações	Ocorre quando se pretende proporcionar hierarquia às informações obtidas, constituindo-se em um momento de ordenação dos

		elementos com os quais se está trabalhando procurando uma relação entre eles.
Grupo 2	Raciocínio Lógico	Compreende o modo como as ideias são desenvolvidas e apresentadas. Está relacionada diretamente com a forma como o pensamento é exposto.
	Raciocínio Proporcional	Compreende a maneira como as variáveis têm relações entre si, ilustrando a interdependência que pode existir entre elas.
Grupo 3	Levantamento de Hipóteses	Aponta instantes em que são alçadas suposições acerca de certo tema. Pode surgir tanto como uma afirmação quanto sob a forma de uma pergunta (atitude muito usada entre os cientistas quando se defrontam com um problema).
	Teste de Hipóteses	Refere-se as etapas em que se colocam à prova as suposições anteriormente levantadas. Pode ocorrer tanto diante da manipulação direta de objetos quanto no nível das ideias, quando o teste é feito por meio de atividades de pensamento baseadas em conhecimentos anteriores.
	Justificativa	Ocorre quando, em uma afirmação qualquer proferida, lança mão de uma garantia para o que é proposto. Isso faz com que a afirmação ganhe aval, tornando-a mais segura.
	Previsão	É explicitado quando se afirma uma ação e/ou fenômeno que sucede associado a certos acontecimentos.
	Explicação	Surge quando se buscam relacionar informações e hipóteses já levantadas. Normalmente a explicação é seguida de uma justificativa para o problema, mas é possível encontrar explicações que não recebem essas garantias. Mostram-se, pois, explicações ainda em fase de construção que certamente receberão maior autenticidade ao longo das discussões.

Fonte: Adaptado de Sasseron e Carvalho (2008; 2010)

A relevância desses indicadores, segundo Sasseron e Carvalho (2008, p.338), para os estudantes, reside no fato da possibilidade de se desenvolver e aplicar tais competências para “resolução, discussão e divulgação de problemas em quaisquer das Ciências quando se dá a busca por relações entre o que se vê do problema investigado e as construções mentais que levam ao entendimento dele”.

Nesse sentido, a AC multidimensional é observada no ensino de ciências quando os estudantes possuem propriedade do vocabulário científico que, ao ser empregado em situações em que são requeridos tais conceitos, passam a compreender a importância das relações entre a ciência, tecnologia e natureza, e a aplicarem a ciência em seu cotidiano. (SASSERON; CARVALHO, 2011).

Indo ao encontro dessas ideias, Aikenhead (2009) apontou algumas motivações para utilizar os pressupostos de CTSA em sala de aula, como por exemplo: tornar os aspectos humanos e culturais, ciência e tecnologia e suas interrelações com a sociedade mais acessíveis e relevantes para os estudantes; promover o pensamento crítico nos alunos auxiliando-os a buscarem tomadas de decisões melhores no seu cotidiano; estabelecer uma relação de compromisso entre os alunos e a responsabilidade social;

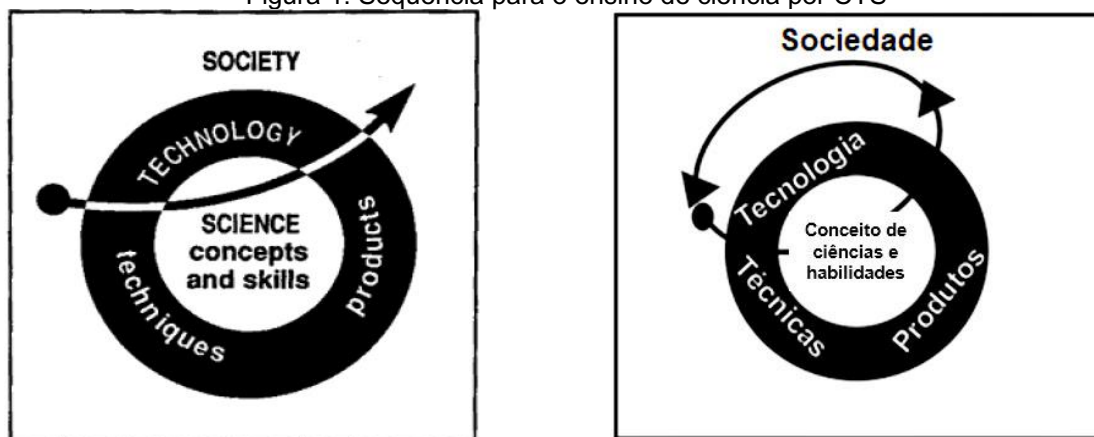
contribuir para aperfeiçoar a capacidade de comunicação com a comunidade científica; e por fim, gerar o interesse em aprender o conteúdo de ciência verdadeira [tradução nossa].

Aikenhead (2009), citando os autores Collingridge (1989); Harrison, (1980); e Snow (1987), ilustrou o ensino de ciências pela perspectiva CTSA a partir da representação dos elementos que compõem a Figura 1a. Assim, o ensino por CTSA tem sua origem no universo da sociedade (símbolo quadrado), com base em uma problematização. Então, com a intenção de se compreender um determinado problema social há, geralmente, alguma tecnologia passível de ser pesquisada, ainda que superficialmente (representado pelo donut preto).

A tecnologia preocupa-se principalmente com o desenvolvimento de conhecimentos e concepção de processos, em resposta às necessidades humanas e problemas sociais, e a relação de ambos cria a necessidade de se conhecer algum conteúdo científico (ilustrado pelo círculo branco central). O fato de a seta visitar a tecnologia (donut preto) representa a possibilidade de os alunos compreenderem um significado mais profundo da ciência e da tecnologia. Por fim, a seta se encerra no universo da sociedade onde será aplicado o conhecimento científico agregado.

Diante das considerações de Aikenhead (2009) e da análise da Figura 1a, Moretti (2019) propôs uma releitura ilustrada pela Figura 1b ao considerar o ensino de ciências, a reflexão crítica, e o rápido desenvolvimento tecnológico que abarca o mundo atualmente.

Figura 1: Sequência para o ensino de ciência por CTS



a)

b)

Fonte: a) Aikenhead (2009), b) Moretti (2019)

Segundo Moretti (2019), a adaptação da Figura original, dando origem a um ciclo formado pela união das setas, se justifica pelo fato em se considerar a possibilidade de retomar a problematização inicial pelo professor, a qualquer momento em sala de aula, relacionando-a com outros conteúdos de ciências, tendo em vista que mesmo com a



tomada de decisão crítica realizada pelos alunos, após a apropriação do conhecimento científico, as soluções para os problemas sociais não são únicas, ou seja, existem outras possibilidades que podem ser reavaliadas constantemente.

A adaptação simboliza, portanto, a possibilidade de se revisitar a questão problema a qualquer momento do ensino de ciências, além de caracterizar simultaneamente a mediação do conhecimento científico pelo professor e o processo de reflexão constante, aprimorando ainda mais a tomada de decisão pelos alunos.

Os métodos tradicionais de ensino de ciências tendem a ser caracterizados por dois aspectos: pensamentos convergentes e transmissão de conteúdo em sala de aula. O ensino por CTSA, por outro lado, exige um repertório mais amplo de estratégias de ensino como pensamentos divergentes, trabalho em pequenos grupos, discussão em classe centrada no aluno, solução de problemas, simulações, tomada de decisão, controvérsias, debate, uso de mídia e outros recursos com a ideia de comunidade (AIKENHEAD, 2009).

O fato de a Química estar presente no dia a dia das pessoas e de se relacionar nas diversas esferas científicas é mais do que suficiente para justificar a necessidade do indivíduo ser informado sobre ela. Neste aspecto, cabe ao educador buscar estratégias de ensino diferenciadas que permitam a evolução do aluno, não apenas no ambiente escolar, mas também como cidadão ativo em sua comunidade.

Temas como a poluição atmosférica e seus efeitos no meio ambiente e na saúde é uma realidade próxima ao dia a dia dos alunos e apresentar o conteúdo de termoquímica envolvido neste contexto pode contribuir para melhor compreensão, não apenas do conteúdo curricular, mas também do papel da ciência na sociedade.

### **Proposição para se alcançar evidências da Alfabetização Científica em um viés CTSA**

A pesquisa em questão foi desenvolvida em um Colégio Estadual localizado na região Sul do município de Londrina – PR, durante os meses de setembro, outubro e novembro do ano de 2018, cujo público foi uma turma de 24 estudantes do 2º ano do Ensino Médio. Para isso, elaborou-se um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE, entregue aos estudantes e à diretoria da escola.

Foi organizada uma sequência didática (SD) delineada nos três momentos pedagógicos (3MP) de Delizoicov e Angotti (1988) utilizando-se da perspectiva educacional CTSA que teve como temática “Qual a química que você respira?”.

A estrutura dos 3MP contempla três etapas: a problematização inicial, a organização do conhecimento e a aplicação do conhecimento e de acordo com cada momento

pedagógico, foram utilizados diferentes recursos didáticos, como: análise de charges e notícias de jornal, vídeos, aula experimental, desenvolvimento do conteúdo com aulas expositivas e dialogadas, aula experimental e criação de histórias dissertativas e gráficas.

É importante ressaltar que a escolha dos diferentes recursos didáticos e seus conteúdos foram planejados valorizando os 3 eixos estruturantes da alfabetização científica sugeridos por Sasseron e Carvalho (2008; 2011).

A SD foi aplicada em 4 encontros presenciais de 2 horas/aulas cada e as atividades trabalhadas em cada aula estão descritas como seguem no Quadro 3.

Quadro 3: Desenvolvimento da Sequência Didática

Aulas	Etapas do Momento Pedagógico	Atividades
Aula 1	Primeiro Momento pedagógico	-Apresentação do tema: "Qual a química que você respira?"; -Aplicação de questionário inicial; -Apresentação de slides (aula expositiva e dialogada); -Debate com charges; -Apresentação de vídeos.
Aula 2	Segundo Momento pedagógico	-Resgate do cotidiano dos alunos com questionamentos dirigidos; -Leitura de notícias em jornal de cunho político-social; -Desenvolvimento dos conceitos científicos da Química; -Apresentação de vídeo; -Início da aula experimental.
Aula 3	Segundo Momento pedagógico	- Finalização do conteúdo científico; -Resolução de exercício ao quadro; -Aplicação de questões dissertativas; -Finalização da aula experimental.
Aula 4	Terceiro Momento pedagógico	-Aplicação de questionário final; -Proposta de elaboração de uma história dissertativa ou gráfica ilustrativa.

Fonte: Autor

Essa pesquisa pode ser caracterizada como sendo de natureza qualitativa, pois, de acordo com Marconi e Lakatos (2010), proporcionou ao pesquisador ter o contato direto e prolongado com o ambiente e a situação que está sendo investigada, podendo coletar o maior número de dados possíveis para depois analisá-los.

Neste artigo, foram analisadas as evidências da alfabetização científica de uma atividade avaliativa, proposta aos alunos no terceiro momento pedagógico, em que foram orientados a elaborarem uma história gráfico ilustrativa ou escrita que contemplasse o conteúdo de termoquímica trabalhado em sala de aula no enfoque CTSA.

O enunciado da questão apresentou a seguinte proposta: *“Em duplas, criem uma história que relate sobre a poluição atmosférica e suas consequências no meio ambiente e na saúde. Podem ser situações do seu cotidiano. Lembre-se de demonstrar conceitos da*

*Termoquímica que foram trabalhados. Ao final escreva medidas mitigadoras para as questões argumentadas no seu texto. Solte sua imaginação!!!!*

Para a análise qualitativa das histórias gráfico ilustrativas ou escritas dos estudantes utilizou-se a análise de conteúdo de Bardin (2011) sendo as categorias pré-estabelecidas a partir dos indicadores de alfabetização científica propostos por Sasseron e Carvalho (2008; 2010).

Com a finalidade de resguardar a identidade dos estudantes, os nomes verdadeiros foram omitidos e apresentados em códigos alfanuméricos (A1 a A24) em que A representa aluno e os números de 1 a 24 correspondentes a cada um dos participantes da pesquisa. Foi mantida a integridade das respostas, como a originalidade da escrita, e erros de linguística não foram considerados relevantes no âmbito desta pesquisa.

### **Evidências da alfabetização científica**

Sasseron e Carvalho (2010) salientam que o estudo das interações discursivas em sala de aula, como elas ocorrem e como os alunos se expressam, seja por meio dos argumentos orais ou de produções gráficas, pode fornecer evidências de como o processo da AC se desenvolve entre os estudantes.

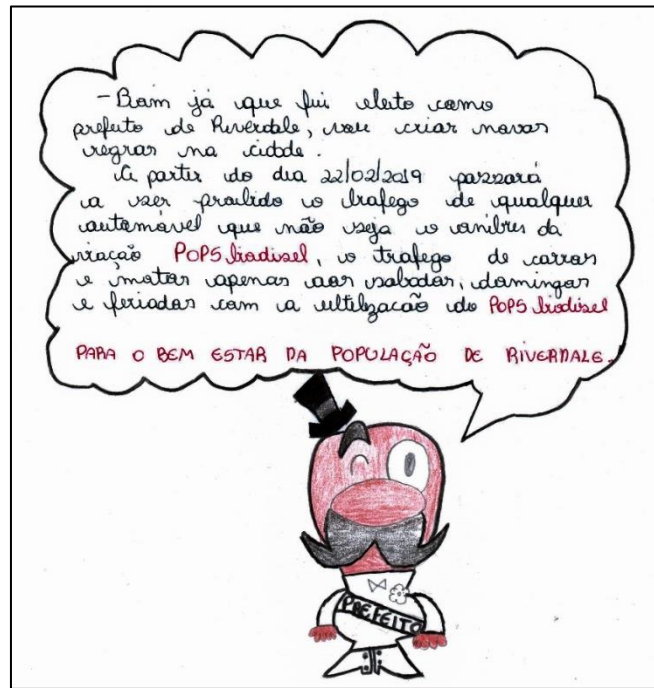
Desta forma, o fato de ter sido opcional a criação da história em desenho, dissertativa ou ambos, foi essencial para que eles reconstruíssem e organizassem os conceitos prévios e os conceitos de termoquímica trabalhados anteriormente e expressassem suas ideias de maneira criativa, o que foi primordial para o afloramento dos indícios da alfabetização científica. Nessa etapa da análise são apresentados alguns dos desenhos e ilustrações criados pelos alunos.

Na Figura 2 os estudantes A5 e A14 expressaram a importância política frente a busca de alternativas sustentáveis que reduzissem os fatores da poluição atmosférica. Foi possível constatar indícios de *justificativa* quando os alunos A5 e A14 afirmam que a utilização de biodiesel garantirá *o bem-estar da população de Riverdale*. Ademais, ao relacionarem a Figura política de um prefeito ao incentivo da utilização de biodiesel pelos veículos, demonstram a presença do indicador raciocínio proporcional ao compreender a relação de poder entre a política e sociedade.

O nome da cidade adotado pelas alunas, *Riverdale*, refere-se à uma série de televisão americana de drama adolescente estreada no ano de 2017, e, como aponta Maciel (2012, p.157) “percebe-se que a alfabetização científica e tecnológica está intimamente relacionada aos aspectos sociais e culturais dos povos”. Desta forma, a partir da proposta

da criação de histórias, as alunas relacionaram seu cotidiano e cultura com os conhecimentos científicos que foram discutidos em sala em relação à substituição do diesel por biodiesel.

Figura 2: Ilustração gráfica do aluno A5 e do A14



Fonte: Dados da Pesquisa (2019)

Na Figura 3, os alunos A2 e A19 apresentaram três situações cenários com alternativas mitigadoras para reduzir as emissões de poluição atmosférica. Pode-se observar o *levantamento de hipótese* utilizados pelos alunos A2 e A19 quando mencionaram no cenário 1 *ao invés de queimarem, não seria melhor colocar em sacos de lixo*, pois julgaram melhor armazenar os resíduos em sacos do que queimarem, evitando assim a poluição do ar. A imagem do primeiro quadro complementa o conceito apresentado, pois retrata a ação de um homem queimando os resíduos na calçada e um jovem de bicicleta que exclama *logo cedo e o Sr. já poluindo*.

No cenário 2 da Figura 3, ao analisar o conjunto desenho e escrita, são pressupostos os indícios de *previsão* em conjunto com *levantamento de hipóteses* pois, na ilustração, os alunos A2 e A19 afirmaram a ação do homem em jogar o cigarro no pasto seco tendo como consequência a queimada (ao lado o desenho de uma pilha de feno seco) e na caixa de diálogos há a presença de duas *hipóteses* quando mencionam *não seria melhor apagar ou não jogar*.

No cenário 3 da Figura 3, há indícios de *raciocínio proporcional*, pois a partir da ilustração pode-se presumir que os alunos compreenderam a relação entre a emissão de

gases pelos carros e a poluição atmosférica. Além disto, também é observado na caixa de diálogo o indício de *explicação* pois são elencadas algumas hipóteses que em seguida se qualifica como o fato de *ser melhor para a natureza e para a saúde*.

Figura 3: Ilustração gráficas do aluno A2 e do A19



Fonte: Dados da Pesquisa (2019)

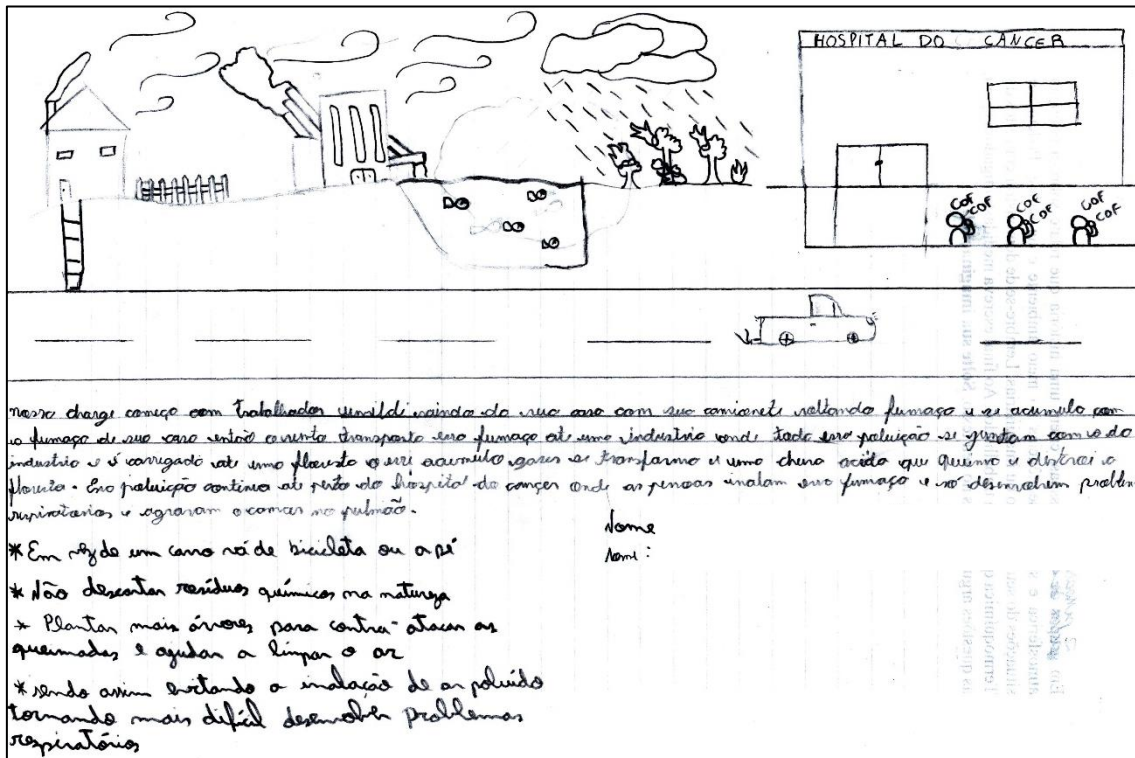
O processo de construção da história ilustrativa provavelmente retrata situações do cotidiano dos alunos que a compuseram, evidenciando o senso reflexivo e crítico descritos nos cenários descritos.

No caso da Figura 4, os alunos A10 e A16 descreveram as relações entre o desenvolvimento industrial e as consequências para a sociedade como, por exemplo, nos trechos *onde toda essa poluição se juntam com a da indústria e é carregado até uma floresta ocorre acúmulo de gases se transformando em chuva ácida que queima e destrói a floresta*. Observou-se o uso dos indícios de *seriação de informações* seguida de *classificação das informações* para descreverem o desenho, pois exibem uma sequência das fontes de poluição como o carro, a casa e a indústria e os relacionam com os efeitos da chuva ácida, sinalizada pelos peixes sem vida nos lagos e as árvores sendo atingidas pela chuva. Além disso, é vislumbrado o indicador de *previsão* quando eles mencionam que *as pessoas inalam a fumaça e desenvolvem problemas respiratórios que agravam o câncer de pulmão*.

Por fim, as ações de mitigação propostas, trazidas como “dicas”, possuem vestígios

de justificativa, pois ao afirmarem que *plantar mais árvores ou andar de bicicleta ou a pé* ou ainda *não descartar resíduos químicos na natureza* são apresentadas como garantia de que irão *ajudar a limpar o ar e a não desenvolver problemas respiratórios*.

Figura 4: Ilustração gráfica do aluno A10 e do A16



Fonte: Dados da Pesquisa (2019)

A reflexão crítica desenvolvida por eles se complementa quando citam algumas das ações a serem tomadas para minimizar tais consequências para sociedade. Este desenho representa um forte indicativo das relações CTSA, que foram trabalhadas durante a sequência didática.

Os estudantes A4 e A22, na Figura 5, abordam a história de um senhor que trabalha em uma fábrica de café e que devido a exposição da poluição industrial diariamente, apresentou problemas sérios de saúde, mas depois que se recuperou passou a dedicar seu tempo livre com ações ambientais que colaborassem com a redução da poluição atmosférica. Os alunos, inicialmente, fazem uma *seriação das informações* ao descrever os sintomas que Seu José sente como *falta de ar e dor no peito*.

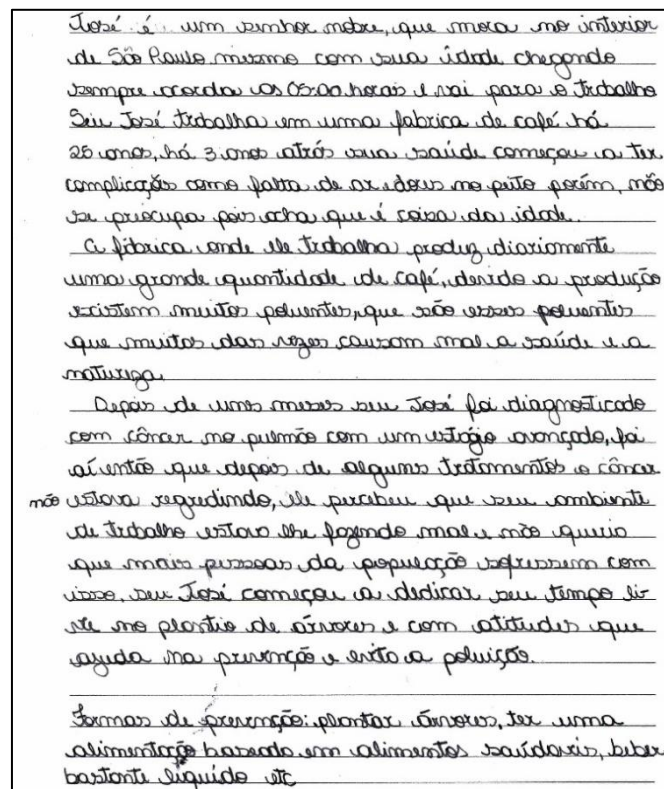
No segundo parágrafo, os alunos apresentam *raciocínio lógico* pela maneira como foi construído o pensamento sequencialmente ao mesmo tempo em que *classificam as informações* quando escrevem “os poluentes causam mal a natureza e a saúde” e, também, qualificam as informações, pois afirmam que *faz mal*.

No terceiro parágrafo há indícios de *raciocínio proporcional*, pois os alunos

demonstraram as relações entre as variáveis e sua interdependência quando escreveram que *depois de alguns tratamentos o câncer não estava regredindo, ele percebeu que seu ambiente de trabalho estava lhe fazendo mal e não queria que mais pessoas da população sofressem com isso. Seu José começou a dedicar seu tempo livre no plantio de árvores e com atitudes que ajuda na prevenção e evitam a poluição.* Por fim, a lista de medidas que auxiliam para o bem-estar demonstra mais uma *seriação de informações*.

O último parágrafo da história demonstra veementemente os indícios da perspectiva CTSA, pois os estudantes narraram sobre um personagem que, após ter sua saúde comprometida devido à exposição da poluição do ar proveniente da indústria por um longo período, tomou consciência dos efeitos nocivos à saúde e ao meio ambiente e as consequências para a sociedade (*não queria que mais pessoas da população sofressem com isso*) seguida de uma tomada de decisão explícita no seguinte trecho, *Seu José começou a dedicar seu tempo livre no plantio de árvores e com atitudes que ajuda na prevenção e evita a poluição.*

Figura 5: Ilustração gráfica do aluno A4 e do A22



José é um senhor mais velho, que mora no interior de São Paulo próximo com sua idade chegando sempre acordado às 05:00 horas e vai para o trabalho. Seu José trabalha em uma fábrica de café há 25 anos, há 3 anos atrás sua saúde começou a ter complicações como falta de ar, dor no peito porém, não se preocupa pois acha que é coisa da idade.  
 A fábrica onde ele trabalha produz diariamente uma grande quantidade de café, devido a produção existem muitos pulmões, que são esses pulmões que muitos das vezes causam mal a saúde e a natureza.  
 Depois de um tempo seu José foi diagnosticado com câncer no pulmão com um estágio avançado, foi o diagnóstico que depois de alguns tratamentos o câncer não estava regredindo, ele percebeu que seu ambiente de trabalho estava lhe fazendo mal e não queria que mais pessoas da população sofressem com isso, seu José começou a dedicar seu tempo livre no plantio de árvores e com atitudes que ajuda na prevenção e evita a poluição.  
 Formas de prevenção: plantar árvores, ter uma alimentação baseada em alimentos saudáveis, beber bastante líquido etc.

Fonte: Dados da Pesquisa (2019)

A Figura 6 foi elaborada pelos alunos A17 e A24 e apresenta cenários comparativos do antes e após a ação antrópica. A história inicia-se com indícios de *classificação das informações* nos cenários 1 e 2 quando escreveram, *é um lugar tão lindo, tão bom de ficar,*




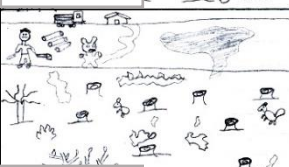
*cachoeira maravilhosa e linda, ou ainda, floresta agradável, pois qualificaram o espaço, representado na harmonia com o desenho ao lado.*

No cenário 3, houve indícios de *raciocínio proporcional*, pois relacionaram a presença antrópica com a poluição e a mudança no uso do solo, representado no desenho pelos peixes mortos, prédios, carros, plantas sem vida e lixos e esgotos despejados no rio.

No cenário 4 pode ser observada a utilização da *classificação das informações* quando escreveram, *destruindo totalmente a natureza*, mas também pode ser observado o *raciocínio proporcional* por terem relacionado as variáveis do desenho como os animais e os tocos de árvores com o quadro dissertativo ao descreverem, *árvores cortadas, queimadas e animais fugindo apavorados*.

As diferentes representações de poluição criadas pelos estudantes A17 e A24 nos cenários 3 e 4, na Figura 6, como a hídrica, do solo, e a atmosférica demonstram os avanços antrópicos no meio ambiente, exemplificadas pela construção de prédios e pontes e na utilização de veículos automotores, ao mesmo tempo em que revelam seus efeitos nocivos ao ambiente, este representado pelos peixes mortos, por uma mancha escura ocasionada pelo descarte de efluentes e resíduos sólidos fluando sobre o corpo hídrico, pela emissão de gases poluentes e pelo desmatamento.

Figura 6: Ilustração gráfica do aluno A17 e do A24

<p>ANTES</p>  <p>Cenário 1</p>	<p>É um lugar tão lindo tão bom de ficar os crianças podem brincar lá os adultos sempre vão lá pra namorar, fazer picniqui na cachoeira é maravilhosa e linda vários pessoas se banham lá.</p>
 <p>Cenário 2</p>	<p>As crianças também vão em uma floresta onde eles brincam muito é uma floresta agradável tem vários animais que vivem lá e os crianças amam brincar com eles.</p>
<p>DEPOIS</p>  <p>Cenário 3</p>	<p>Um lugar totalmente poluído com o ar, rios, coberto de prédios muitos carros, o desmatamento de um lugar que era lindo que representa muito os dias atuais.</p>
 <p>Cenário 4</p>	<p>Maior parte das árvores cortadas sendo queimadas animais fugindo apavorados destruído totalmente a natureza. um lugar totalmente não sendo mais uma riqueza natural.</p>

Fonte: dados da pesquisa (2019)



O conjunto de tais indícios de AC nesta ilustração evidencia a percepção das relações de causa e efeito de CTSA e a necessidade de se utilizar a ciência e a tecnologia para redução de tais impactos no meio ambiente e promover um ambiente sadio na sociedade.

O ensino de Química pelos pressupostos de CTSA contribui para o desenvolvimento da alfabetização científica multidimensional tendo em vista que, a partir da aplicação da sequência didática estruturada com foco nas relações CTSA, os alunos foram capazes de incorporar o conhecimento científico aos seus conhecimentos prévios, expressando nas histórias uma visão particular de vida.

Bybee (1997) citado por Gil e Vilches (2001) aponta que a alfabetização científica multidimensional vai além de respeitar vocabulários, conceitos e procedimentos, ela se estende para outras dimensões de ciência que inclua a ciência e tecnologia, como por exemplo a natureza da ciência e da tecnologia e seu papel na vida pessoal e social dos estudantes. Além disto, também descrevem sobre a necessidade dos educadores em reformular a simples transmissão de conhecimento – comprovadamente uma maneira ineficaz – para promover a aprendizagem como construção de conhecimento por meio do tratamento de situações problemas as quais os estudantes consideram relevantes.

Ambos justificam que não é uma tarefa simples, pois precisam ser considerados muitos elementos de aspiração científica, que sejam devidamente mediados pelo educador e que não haja um algoritmo que vise orientar as atividades dos alunos no passo a passo, mas indicações das inúmeras possibilidades possíveis, que chamem a atenção para os aspectos essenciais, para a resolução de determinada situação problema, levando em conta o conhecimento científico.

Em vista disso, pode-se compreender que suprimir a educação com viés CTSA, quando se deseja uma educação para a cidadania, é retirar o alicerce que visa preparar o cidadão para a tomada de decisão de questões relativas à ciência e à tecnologia, ou seja, é retirar da reflexão sobre os papéis da alfabetização científica um domínio básico fundamental para a formação da cidadania: o da compreensão crítica das complexas relações entre a ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. (SANTOS, 2012)

É notória, portanto, a importância de se utilizar metodologias de ensino e aprendizagem e perspectivas educacionais que tenham como foco a contextualização e a apresentação de uma problematização com situações do cotidiano e que favoreçam o pensamento reflexivo e crítico do aluno, tornando-o capaz de aplicar o conhecimento científico em seu dia a dia, mediante tomada de decisões, pois de acordo com Marques e

Xavier (2020, p.87), a AC permite “uma leitura de mundo; um modo que nos permite estar presentes nesse mundo”.

## **Conclusão**

A elaboração da sequência didática na perspectiva CTSA, nos moldes dos 3MP considerando os 3 eixos estruturantes da alfabetização científica, e sua aplicação em sala de aula oportunizou momentos de reflexões e discussões, entre os alunos e mediado pelo professor, a partir da observação das relações dinâmicas entre os elementos de CTSA.

Durante as aulas, os debates sobre os efeitos da poluição atmosférica no meio ambiente e na saúde contribuíram para os alunos perceberem o conteúdo de Química no dia a dia. Isso fica evidente ao observar as elaborações das propostas, produções de textos e os desenhos, criados pelos alunos, para a solução de problemas de âmbito social e ambiental - “Qual a química que você respira?”.

A partir dos pressupostos de CTSA houve uma percepção primorosa no que se refere a conscientização ambiental, por parte dos alunos, ao perceberem os efeitos no meio ambiente e na saúde, culminando na apresentação de algumas medidas mitigadoras para evitar ou diminuir a poluição atmosférica.

A proposta da atividade de criação de uma história textual ou gráfica ao final da sequência didática foi relevante, pois possibilitou que os alunos, em duplas, conversassem novamente sobre o conteúdo, organizassem os conhecimentos prévios com os adquiridos em sala e refletissem no sentido de buscar soluções ou medida mitigadoras para a questão problema proposta.

Foi possível, então, identificar o uso de diferentes indicadores da alfabetização científica nas produções elaboradas pelos alunos, expondo, portanto, que eles estão no caminho de se alfabetizarem cientificamente e que a sequência didática proposta na perspectiva CTSA foi promissora para um ensino de Ciências contextualizado e interdisciplinar.

Por fim, é importante ressaltar a afinidade entre os pressupostos de CTSA e da alfabetização científica pautados pelos indicadores elencados por Sasseron e Carvalho (2008; 2010) como forma de incentivar mais pesquisas nesta área, tendo em vista, a importância da formação de cidadãos alfabetizados cientificamente para a sociedade.

## Referências

- AIKENHEAD, G. **What is STS Science Teaching?. Theory into Practice**. 31ed., p. 27-35. 2009. Disponível em: <https://education.usask.ca/documents/profiles/aikenhead/sts05.htm>  
Acesso: 14 dez. 2020.
- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização Científico-Tecnológica Para Quê?. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciência**, v.3, n.1, 2001.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Tradução de Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2011.
- CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. 8. ed. Ijuí: Unijuí, 2018.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P. **Física**. São Paulo. 1988.
- GIL, D. E VILCHES, A. Una Alfabetización Científica para el Siglo XXI: Obstáculos y Propuestas de Actuación. **Investigación en la Escuela**. Sevilla. v.43, n.1, 27-37. 2001.
- MACIEL, M. Alfabetização científica e tecnológica sob o enfoque da ciência, tecnologia e sociedade (CTS): implicações para o currículo, o ensino e a formação de professores. **RenCIMA**. São Paulo. v. 3, n. 3, p. 152-160. 2012.
- MARCONI, M. A; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- MARQUES, R.; XAVIER, C. Alfabetização científica no ensino de ciências: numa sequência didática sobre a pegada ecológica do lixo. **RenCIMA**. São Paulo. v. 11, n. 2, p. 84-106. 2020.
- MORETTI, A. A. S. **Termoquímica e a poluição atmosférica: um estudo na perspectiva CTSA**. 2019. 81f. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina - Pr.
- SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência e Educação**. São Paulo. v.87, n.2, p.95-111, 2001.
- SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Revista Ciência & Ensino**. São Paulo. v.1, n.especial, 2007.
- SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em química: compromisso com a cidadania**. 4. ed. Ijuí: Editora Inijuí. 2010.
- SANTOS, W. L. P. Educação CTS e cidadania: confluências e diferenças. **Amaz RECM**. Amazonas. v.9, p.49-62, 2012.
- SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **IENCI**. Rio Grande do Sul v.3. p.333-352, 2008.
- SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Escrita e desenho: Análise de registros

elaborados por alunos do Ensino Fundamental em aulas de Ciências. **RBPEC**. Belo Horizonte. v.10, 2010.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **IENCI**. Rio Grande do Sul. v.16, p.59-77, 2011.