

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
Faculdade de Educação  
Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências

Fábio Lúcio Braga Soares

**APRENDER FÍSICA A PARTIR DO ENFOQUE CIÊNCIA, TECNOLOGIA,  
SOCIEDADE E AMBIENTE (CTSA):  
a compreensão da bússola e a percepção do georreferenciamento atual**

Belo Horizonte  
2023

Fábio Lucio Braga Soares

**APRENDER FÍSICA A PARTIR DO ENFOQUE CIÊNCIA, TECNOLOGIA,  
SOCIEDADE E AMBIENTE (CTSA):  
a compreensão da bússola e a percepção do georreferenciamento atual**

Monografia de especialização apresentada à Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Educação em Ciências.

Orientador: Prof. Luis Gustavo D'Carlos Barbosa

Belo Horizonte  
2023

S676a  
TCC

Soares, Fábio Lúcio Braga, 1976-  
Aprender Física a partir do enfoque ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA) [manuscrito] : a compreensão da bússola e a percepção do georreferenciamento atual / Fábio Lúcio Braga Soares. -- Belo Horizonte, 2023.  
32 f. : enc, il., color.

Monografia -- (Especialização) - Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.

Monografia de especialização apresentada à Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Educação em Ciências

Orientador: Luis Gustavo D'Carlos Barbosa.

Bibliografia: f. 29-32.

1. Educação. 2. Ciências (Ensino médio) -- Estudo e ensino. 3. Física -- Estudo e ensino (Ensino médio). 4. Física -- Estudo e ensino (Ensino médio) -- Métodos de ensino. 5. Geografia -- Estudo e ensino (Ensino médio). 6. Astronomia -- Estudo e ensino (Ensino médio). 7. Magnetismo terrestre -- Estudo e ensino (Ensino médio).

I. Título. II. Barbosa, Luis Gustavo D'Carlos, 1982-. III. Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.

CDD- 530.7

**Catálogo da fonte: Biblioteca da FaE/UFMG (Setor de referência)**

Bibliotecário: Ivanir Fernandes Leandro CRB: MG-002576/O



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
Faculdade de Educação  
Centro de Ensino de Ciências e Matemática de Minas Gerais - CECIMIG  
COLEGIADO DO CURSO DE GRADUAÇÃO / PÓS -GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS - CECI

## FOLHA DE APROVAÇÃO

**TÍTULO:** A BÚSSOLA COMO ARTEFATO GERADOR DE UMA ABORDAGEM CTSA EM AULAS DE FÍSICA.

**Nome do Aluno:** Fábio Lúcio Braga Soares

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências - CECI, como requisito para obtenção do grau de Especialista em Educação em Ciências.

Aprovada em 17 de dezembro de 2022, pela banca constituída pelo membros:

Prof. Luis Gustavo D`Carlos Barbosa - Orientador / UFMG

Prof .Felipe Sales de Oliveira - Leitor Critico / UFMG

Belo Horizonte, 17 de dezembro de 2022.

Profª. Drª. Nilma Soares da Silva  
Coordenadora do Programa de Pós-Graduação CECI / FAE / UFMG



Documento assinado eletronicamente por **Nilma Soares da Silva**, **Coordenador(a) de curso de pós-graduação**, em 09/03/2023, às 14:59, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art.5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufmg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **2132130** eo código CRC **C34778C9**.

## Resumo

Este estudo objetiva compreender como a construção de uma bússola em sala de aula pode auxiliar os alunos a compreender conceitos básicos de geografia, astronomia e magnetismo, bem como a perceber a amplitude social de repercussão que uma nova tecnologia traz à sociedade. A pesquisa foi desenvolvida em turma de 36 alunos do 1º ano do Ensino Médio de um colégio da rede pública na cidade de Belo Horizonte/MG. O percurso metodológico ocorreu em dois momentos: quatro aulas sobre teoria e prática para a construção de seis bússolas, e uma aula em que houve uma plenária com os alunos discutindo as tecnologias atuais. A Lei 13.415 veio estabelecer parâmetros orientadores em associações de ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Conclui-se que cabe aos professores do Ensino Fundamental se preocuparem em modificar seu processo didático para o enfoque Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), aproveitando-se do interesse natural das crianças em aprender, para que cheguem ao Ensino Médio mais bem preparados, parcialmente alfabetizados tecnológica e cientificamente. E cabe aos professores do Ensino Médio nortearem os adolescentes quanto à sua manifestação de interesse em participar do mundo contemporâneo com o devido conhecimento associado.

Palavras chave: Alfabetização científico-tecnológica. Magnetismo. CTSA.

## **Abstract**

This study aims to understand how the construction of a compass in a classroom can help students to understand basic concepts of geography, astronomy and magnetism, as well as to perceive the social amplitude of repercussion that a new technology brings to society. The research was developed in a class of 36 students of the 1st year of High School of a public school in the city of Belo Horizonte/MG. The methodological course took place in two moments: four classes on theory and practice towards the construction of six compasses, and a class in which there was a plenary with the students discussing current technologies. Law 13,415 established guiding parameters in science, technology, society and environmental associations. One concluded that it is up to elementary school teachers to be concerned with modifying their didactic process towards the Science, Technology, Society and Environment (STSE) approach, taking advantage of the natural interest of children in learning, so that they arrive at high school better prepared, partially literate technological and scientifically. And it is up to high school teachers to guide adolescents regarding their expression of interest in participating in the contemporary world with a due associated knowledge.

**Keywords:** Scientific-technological literacy. Magnetism. STSE.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Polos magnético e geográfico

15

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

a.C Antes de Cristo

CTS Ciência, Tecnologia e Sociedade

CTSA Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

d.C Depois de Cristo

GPS Global Positioning System - Sistema de Posicionamento Global

PCN Parâmetros Curriculares Nacionais



## Sumário

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	9
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	11
2.1 Enfoque Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA).....	11
2.2 Noções sobre a bússola .....	14
<b>3 MATERIAIS E METODOLOGIA</b> .....	18
<b>4 RESULTADOS</b> .....	20
4.1 Bússola.....	20
4.2 Tecnologias atuais .....	24
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	28
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	31

## 1 INTRODUÇÃO

Há muitas dificuldades no processo da aprendizagem da Física, tais como a falta de motivação e objetivos, persistência de conceitos pré-científicos, comprometimento cognitivo e deficiência matemática para uma aprendizagem mais efetiva. Portanto, os professores devem buscar desenvolver estratégias de ensino capazes de ajudar os alunos a superarem tais dificuldades (LIU, 2019).

Entende-se que as aulas de Física, no Ensino Médio, precisam ser ministradas de forma atraente, incorporando elementos inovadores para que os alunos consigam aprender significativamente seu conteúdo, rompendo com a visão de que a disciplina de Física é difícil, e substituindo a aprendizagem vivenciada apenas através de memorização e aplicação de fórmulas descontextualizadas por uma Física associada ao cotidiano do discente. Como professor de Matemática há duas décadas, sempre foram buscadas informações na literatura sobre como motivar e melhorar o aprendizado dos alunos e, recentemente, foram encontradas no enfoque CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), abordagens que subsidiam a intervenção escolar do presente estudo.

Neste enfoque, a bússola é o objeto gerador da didática da Física, recurso mediacional para a aprendizagem. O objetivo geral deste estudo é compreender como a construção desse artefato em sala de aula pode auxiliar os alunos a compreender conceitos básicos de geografia, astronomia e magnetismo, bem como a perceber a amplitude social de repercussão que uma nova tecnologia traz à sociedade.

Para alcançar tal intento, são objetivos específicos do trabalho (1) promover pesquisas sobre a bússola, orientando a classe a construir esse artefato para a percepção de sua importância, (2) discutir como os avanços da tecnologia processam verdadeira revolução na vida da sociedade, e (3) esclarecer os alunos sobre como estudar as relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente pode dar sentido ao aprendizado da Física em conexão à própria vida.

A justificativa e relevância da atividade proposta se encontram no fato de que cabe ao ensino de ciências naturais, em particular, dotar os alunos de chaves essenciais para a solução de questões científicas e técnicas do cotidiano e propiciar o

desenvolvimento de atitudes e métodos de pensamento análogos aos dos cientistas (SAVIANI, 2000; ASTOLFI; DEVELAY, 2002). Em outras palavras, o enfoque CTSA pretende preparar o estudante para lidar melhor com os cenários da vida contemporânea, sendo capaz de planejar o seu futuro.

Portanto, o problema de pesquisa que se coloca é como se situa o enfoque CTSA no ensino brasileiro?

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Enfoque Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA)

Vive-se uma era em que os desenvolvimentos científicos e tecnológicos estão cada vez mais submetidos a múltiplos questionamentos. Há cerca de 100 ou 150 anos, o conhecimento científico gozava de imenso prestígio social e ostentava virtudes de verificação e de descoberta em relação a todos os outros modos de conhecimento. Com o passar do tempo, as pesquisas para o conhecimento do ambiente passaram não só a gerar muitos benefícios em termos de desenvolvimento, mas seus produtos tecnológicos começaram a receber acusações de causarem malefícios morais ou ambientais.

O braço educacional do Movimento CTS, denominado Enfoque ou Abordagem CTS, ao ganhar força nos anos 80 em países desenvolvidos, agrega propósitos heterogêneos como: (1) tornar os aspectos humanos e culturais da ciência e da tecnologia mais acessíveis e relevantes para os estudantes (por exemplo, sociologia, filosofia e história da ciência, bem como suas interrelações com a sociedade); (2) ajudar os alunos a se tornarem melhores pensadores críticos, solucionadores de problemas criativos e, especialmente melhores tomadores de decisão em um contexto cotidiano relacionado à ciência; (3) aumentar as capacidades dos alunos para se comunicar e serem auto assertivos com a comunidade científica ou seus porta-vozes (ou seja, ouvir, ler, responder); (4) aumentar o compromisso dos alunos com a responsabilidade social; e (5) gerar interesse e, portanto, aumentar a realização em 'aprender a aprender' o conteúdo de ciência encontrado no currículo de ciências (AIKENHEAD, 2009).

Sua dimensão educacional começou a influenciar os currículos brasileiros nos anos 90 do século XX, produzindo abordagens, segundo Strieder (2012), fundamentadas em três dimensões correspondentes à tríade CTS: racionalidade científica, desenvolvimento tecnológico e participação social.

Para Auler (1998, p.2), o enfoque educacional CTS objetiva

[...] promover o interesse dos estudantes em relacionar a ciência com as aplicações tecnológicas e os fenômenos da vida cotidiana e

abordar o estudo daqueles fatos e aplicações científicas que tenham uma maior relevância social; abordar as implicações sociais e éticas relacionadas ao uso da tecnologia e adquirir uma compreensão da natureza da ciência e do trabalho científico.

De maneira complementar, um dos grandes interesses de se eleger uma abordagem CTSA é a preocupação com a formação para a cidadania. Educar para a cidadania ativa não é processo reduzido a um conjunto de valores cívicos ou éticos, mas, em um sentido amplo e inclusivo, inclui todo um conjunto de conhecimentos e competências que possibilitam a integração e a participação ativa de alguém na vida pública. É necessário, então, considerar que não se é um cidadão pleno, ou seja, com uma vida digna, se ele não possui o mínimo de capital cultural e competência ativa necessária para se mover e se integrar à vida coletiva (BOLÍVAR, 2007).

Para Paulo Freire, um aluno deve ser participante, questionador e com disposição para ações, tanto pessoais como sociais. Muitos estudiosos apropriaram-se da experiência desse educador brasileiro no contexto da educação em ciências. A alfabetização em ciência e tecnologia pode ser entendida como a compreensão das características da natureza da ciência como uma forma de conhecimento e indagação, bem como a consciência de como a ciência e a tecnologia se adaptam ao ambiente material, intelectual e cultural e, mais importante, a vontade para o envolvimento em assuntos relacionados com a ciência como cidadãos construtivos, comprometidos e reflexivos (ROIG et al., 2010).

Em sua tese de doutorado, Sasseron (2008) estabelece os 'Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica' que devem orientar o planejamento de aulas e a prática em sala de aula: 1) compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais; 2) compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática; 3) o entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente.

A natureza da ciência e da tecnologia é um dos componentes essenciais da alfabetização em ciência e tecnologia, cujo objetivo é a compreensão de suas implicações e aplicações nos contextos de vivência e participação pessoal e social dos cidadãos. O primeiro componente dessa alfabetização é o conhecimento dos conceitos da ciência e da tecnologia, ou seja, as leis e teorias que formam o corpo de

seus conhecimentos básicos e que tradicionalmente sempre constituíram o núcleo central do ensino, independentemente do enfoque didático adotado. O segundo componente da alfabetização é justamente a compreensão da ciência e da tecnologia como forma de obter conhecimento válido sobre o mundo natural e artificial, ou seja, o que se denomina 'natureza da ciência e tecnologia'. Este segundo componente é o desafio atual mais inovador e difícil para os professores de ciências, porque nunca antes tinha sido criado com a amplitude e a profundidade atuais (VON LINSINGEN, 2007; AIKENHEAD, 2009; GONÇALVES et al., 2019).

Um cidadão científica e tecnologicamente alfabetizado lida com desafios científicos e tecnológicos postos por uma sociedade caracterizada pela mudança, age a partir da compreensão de como o sistema funciona, toma decisões considerando seus conhecimentos e valores e, dentre outros aspectos, tem conhecimento de ciência e de tecnologia para “apreciar as convenções comunicacionais da ciência, seus pressupostos, suas crenças fundamentais, suas convenções e seu caráter humano” (AIKENHEAD, 2009 p.21).

Além da alfabetização tecnológica e da natureza da ciência e tecnologia, cabe ressaltar a volição, pois o aspecto volitivo é o mais subjetivo dos modos de manifestação da tecnologia, “a maneira única como a motivação da pessoa se conecta com a produção, o uso e o conhecimento dos artefatos”. Diz respeito às diferentes formas de se relacionar com a tecnologia, tais como “vontade de sobreviver, (...) vontade de controle ou poder, (...) vontade de liberdade, (...) procura de eficiência, (...) afã de realizar um ideal humano” (CUPANI, 2011, p.22).

Sequências didáticas CTSA podem ter focos variados, como um artefato tecnológico, um processo ou uma investigação, uma situação social ligada à ciência e à tecnologia, ou ainda uma questão filosófica, histórica ou social no seio da comunidade científica. O presente trabalho elegeu abordar com os estudantes uma reflexão sobre a tecnologia e os artefatos tecnológicos em suas complexas redes de relações. Na prática, o enfoque CTSA busca orientar como se deve ensinar sobre artefatos de uma forma que contribui seriamente para a alfabetização tecnológica e, à primeira vista, parece fazer sentido tentar fazer alunos se familiarizarem com uma variedade de artefatos.

Conforme Kneller (1980, p.268), a Tecnologia é “o empreendimento historicamente em desenvolvimento que consiste em construir artefatos e organizar o trabalho para satisfazer necessidades humanas”. O enfoque CTSA faz refletir como se deve ensinar sobre artefatos de uma forma que contribui seriamente para a colaborar com uma certa alfabetização tecnológica que, à primeira vista, parece fazer sentido tentar fazer alunos se familiarizarem com uma variedade de artefatos.

A forma como os artefatos são apresentados na educação deve ser tal que os alunos aprendam a reconhecer características que não são específicas para um único artefato, mas que se relacionam com a própria natureza de todos os artefatos técnicos (FREDERIK; SONNEVELD; DE VRIES, 2011).

Tanto o enfoque CTSA quanto o método de concepção de educação proposto por Paulo Freire rompem com o tradicionalismo curricular do ensino de ciências, pois a seleção de conteúdos se dá a partir da identificação de situações cotidianas dos alunos. Nesse sentido, a experiência de vida do aluno é o ponto de partida de uma educação que considera que seu contexto de vida pode ser apreendido e modificado (DELIZOICOV, 1983).

Entende-se que um processo de intervenção em sala de aula possa auxiliar o aprendizado sobre o que é tecnologia, ou seja, desenvolver e usar objetos que integram necessidades e desejos humanos e sociais, esperanças e expectativas (refletidas na natureza funcional do artefato) e os recursos físicos disponíveis no ambiente para fazer com que esse ambiente se encaixe melhor com as necessidades humanas (a natureza física) (FREDERIK; SONNEVELD; DE VRIES, 2011).

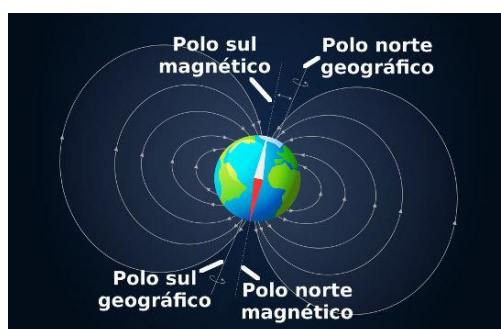
## **2.2 Noções sobre a bússola**

Uma bússola é um dispositivo que indica direção e um dos instrumentos mais importantes para a navegação. Bússolas magnéticas são o tipo mais conhecido. Embora o projeto e a construção desse tipo de bússola tenham mudado significativamente ao longo dos séculos, o conceito de como funciona permaneceu o mesmo. As bússolas magnéticas consistem em uma agulha magnetizada que gira para que se alinhe com o campo magnético da Terra. As extremidades apontam para o que são denominados norte magnético e sul magnético (NATIONAL GEOGRAPHIC,

2022). Portanto, seu funcionamento se baseia na interação do campo magnético de um ímã (a agulha da bússola) com o campo magnético terrestre. Este campo magnético terrestre faz com que a terra atue como um ímã (PANZERA, 2022).

Na história do desenvolvimento científico, as perguntas feitas para responder sobre os efeitos observados sobre o magnetismo fizeram avançar a compreensão do universo de maneira significativa. Entre 600 a.C. e 1599 d.C. a humanidade descobriu a existência da magnetita, um mineral que apresenta propriedades ferromagnéticas. Durante esse mesmo período, os chineses fizeram o uso de bússolas para nortear as suas navegações (HELERBROCK, 2022). Sabe-se que Einstein ficou encantado com uma bússola quando era criança e o mundo invisível do magnetismo continua sendo um desafio para a humanidade. A agulha imantada de uma bússola aponta para o norte geográfico, pois o campo magnético gerado pela agulha alinha-se ao campo magnético terrestre. A Terra é um ímã gigante, portanto produz campo magnético. Quando a agulha imantada de uma bússola alinha-se ao campo magnético da Terra, o polo norte da agulha aponta para a região norte do planeta e o polo sul do ímã da bússola aponta para a região sul do planeta (SILVA JÚNIOR, 2022).

A atração ocorre somente entre polos diferentes, ou seja, se o polo norte da agulha aponta para o norte geográfico, isso significa que aquilo que se chama de norte geográfico é o polo sul magnético da Terra. Da mesma forma, o polo sul geográfico do planeta deve ser o polo norte magnético. A Figura 1 revela essa inversão entre os polos magnético e geográfico.



**Figura 1 – Polos magnético e geográfico**  
Fonte: SILVA JÚNIOR, 2022, p.1.

Cientistas e historiadores não sabem quando os princípios por trás das bússolas magnéticas foram descobertos, mas os gregos antigos já entendiam o que significava o magnetismo. Há 2.000 anos, cientistas chineses já sabiam que esfregar uma barra



de ferro (como uma agulha) com um ímã natural magnetizaria temporariamente a agulha para que ela apontasse para o norte e o sul. As bússolas eram feitas de uma agulha magnetizada presa a um pedaço de madeira ou rolha que flutuava livremente em um prato de água (NATIONAL GEOGRAPHIC, 2022).

Uma bússola solar usa o sol como ferramenta de navegação. O método mais comum é usar uma placa de bússola e o ângulo da sombra do sol para indicar a direção. Mesmo sem uma placa de bússola, existem técnicas que usam o sol como bússola. Um método é usar uma haste de sombra (gnômon), vara colocada no chão. Pedras colocadas ao redor da vara e um pedaço de corda para rastrear a sombra do sol através do céu ajudam um navegador a determinar as direções do leste e oeste (NATIONAL GEOGRAPHIC, 2022).

A rosa-dos-ventos tem origem na China por volta de 2000 a.C. Ela foi introduzida na Europa pelos árabes no século VIII e, na Idade Média, a Rosa dos Ventos foi colocada na bússola. O termo 'rosa' vem da semelhança dos pontos cardeais da bússola com as pétalas desta flor (PANZERA, 2022). A literatura informa que antes da modernidade das tecnologias com o GPS (*Global Positioning System* - Sistema de Posicionamento Global) e o Georreferenciamento, a atenção e preocupação do homem no período da Antiguidade ainda era

[...] retirar das terras os seus proventos, e usar o máximo possível do meio natural, mas os esgotamentos desses recursos fizeram com que o homem primitivo fosse deslocando de um lugar para outro, e assim, sequencialmente, com o passar dos séculos, as grandes civilizações em suas conquistas nas guerras também foram deslocando-se a conquistar novos ares, usando instrumentos como mapas e bússolas para encontrar terras férteis que lhes dessem vantagens, sobrevivência e poder (PAUTZ, 2021, p.1784).

Ressalta-se que mesmo apesar de toda a tecnologia disponível em celulares, podem existir situações em que o sinal é inexistente em alguns locais. Assim, a bússola se torna o único instrumento de localização e possibilidade de retorno de pessoas para os locais de origem. O sistema Android disponibiliza um aplicativo em que funciona uma bússola por meio do *Google maps*. Contudo, e se a bateria descarrega quando alguém se encontra perdido em uma caminhada por uma trilha? Neste caso, apenas a bússola servirá como norteamento. Apesar dos avanços com GPS, a bússola ainda é uma ferramenta valiosa. Muitos aviões e navios ainda usam bússolas altamente

avançadas como instrumentos de navegação. Para observação casual — a pé ou em um pequeno barco — uma bússola de bolso ou uma bússola básica montada em um painel continua sendo uma ferramenta prática e portátil.

### 3 MATERIAIS E METODOLOGIA

A realidade do ensino brasileiro se encontra distante da proposta apresentada pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, PCN, 1998) (Ensino Fundamental), que recomendam que o ensino de Ciências seja conduzido sob o enfoque CTSA.

Para o ensino das Ciências Naturais, os Parâmetros Curriculares Nacionais propõem conhecimentos em função de sua importância social, de seu significado para os alunos e de sua relevância científico-tecnológica, organizando-os nos eixos temáticos “Vida e Ambiente”, “Ser Humano e Saúde”, “Tecnologia e Sociedade” e “Terra e Universo”. O aprendizado é proposto de forma a propiciar aos alunos o desenvolvimento de uma compreensão do mundo que lhes dê condições de continuamente colher e processar informações, desenvolver sua comunicação, avaliar situações, tomar decisões, ter atuação positiva e crítica em seu meio social (BRASIL, PCN, 1998, p.62).

Na maioria das vezes, em sala de aula os professores abordam conteúdos reproduzindo conceitos científicos a partir dos ditames do livro didático. Não são ampliadas as discussões, relacionando-as a temas sociais e replicam, desse modo, uma visão reducionista da disciplina. Estudos na área de Química, por exemplo, vêm apontando que o ensino atual tem sido ineficaz. Educadores brasileiros dessa área evidenciam a urgência de um novo paradigma educacional, com um ensino voltado à formação de um cidadão mais crítico e atuante na sociedade (SANTOS; SCHNETZLER, 2010).

Conforme a Lei 13.415, de 16 de fevereiro de 2017, vigente a partir de 2022, o art. 3º da Lei 9.394 (BRASIL, 1996), passa a vigorar acrescida do art. 35-A:

Art. 35-A. A Base Nacional Comum Curricular definirá direitos e objetivos de aprendizagem do ensino médio, conforme diretrizes do Conselho Nacional de Educação, nas seguintes áreas do conhecimento: (...) II - matemática e suas tecnologias; III - ciências da natureza e suas tecnologias; IV - ciências humanas e sociais aplicadas. § 1º A parte diversificada dos currículos de que trata o caput do art. 26, definida em cada sistema de ensino, deverá estar harmonizada à BNCC e ser articulada a partir do contexto histórico, econômico, social, ambiental e cultural. (...) §7º Os currículos do ensino médio deverão considerar a formação integral do aluno, de maneira a adotar um trabalho voltado para a construção de seu projeto de vida e para sua formação nos aspectos físicos, cognitivos e socioemocionais. §8º Os conteúdos, as metodologias e as formas de avaliação processual e formativa serão organizados nas redes de ensino por meio de atividades teóricas e práticas, de tal forma que ao

final do ensino médio o educando demonstre: I - domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna; (...)

Para enfrentamento dessa realidade curricular, foi proposta a intervenção pesquisada e relatada no presente estudo. Uma sequência foi desenvolvida e aplicada em uma escola da rede pública de ensino na cidade de Belo Horizonte/MG, por meio de um trabalho qualitativo, descritivo e aplicado. A coleta de dados foi realizada em uma turma de 36 (trinta e seis) alunos do 1º ano do Ensino Médio.

Houve a disponibilização de cópias de partes do livro 'Instrumentação para o Ensino de Astronomia – os pontos cardeais', cujo autor é o Prof. Arjuna Castelli Panzera (2022). A Sequência Didática em setembro de 2022 foi composta de quatro aulas de 50 minutos destinada à familiarização do artefato tanto em termos teóricos quanto práticos e a turma foi dividida em seis grupos. Foi colocada a problematização da investigação do tema bússola, as dúvidas sobre a realização do experimento, a formulação de alternativas e as eventuais discussões. A partir dessas perspectivas, seis bússolas foram construídas pelos grupos dos alunos.

Foi aplicado um questionário fechado com 4 (quatro) perguntas para saber se os alunos estavam aprendendo física orientados pelo contato com a bússola, se estavam se envolvendo afetivamente com a mesma, e se compreendiam como ela cumpre o papel de um artefato tecnológico prático, útil e valioso.

Na quinta aula, já em outubro de 2022, os seis grupos foram motivados a se posicionar como as atuais tecnologias têm facilitado a vida das pessoas e desenvolvido a economia, os comércios, as indústrias e o lazer. Seis posicionamentos foram obtidos. Nessa plenária, houve um debate caloroso em sala de aula a partir das respostas. Só depois foram entregues cópias parciais da obra 'Georreferenciamento', de Luiz Felipe Díaz Carvalho e Renato Giovanni Chaves Sá (2017).

Com o intuito de processar a discussão das respostas, foi estabelecida uma categorização, "operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto por diferenciação e, em seguida, por reagrupamento segundo o gênero (analogia), com os critérios previamente definidos" (BARDIN, 2011, p.147).

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Bússola

Inicialmente foi aplicado um questionário com 4 (quatro) perguntas aos 6 (seis) grupos de alunos do 1º ano do Ensino Médio. Eles debateram entre si as possíveis respostas e um de cada grupo respondeu pelos colegas. Da turma de 36 alunos, 32 (trinta e dois) (88,8%) estiveram presentes.

1) Antes da aplicação da sequência didática, como você entendia o funcionamento da bússola? Explique suas impressões.

As respostas foram diversificadas, desde *'na verdade nunca imaginei saber isso, mas agora aprendi várias coisas'*, *'antes da aplicação didática eu não sabia o uso da bússola, eu achava que era um aparelho que só mostrava as direções'*, *'entendia como instrumento somente para localizar o norte, porém com a leitura total dos textos seu valor também indicou o estudo cartográfico'*, *'antes do projeto eu acreditava que a bússola tinha um funcionamento limitado, e hoje tenho o conhecimento mais aprofundado'*, até um posicionamento mais coerente: *'quanto ao meu conhecimento sobre a bússola/gnômon antes da aplicação da didática, eu entendia que ela não passava de um pedaço de metal pontudo magnetizado que indicava o sul magnético da terra posicionado no polo norte geográfico e que poderia ser feita sua montagem utilizando atrito em um pequeno fragmento de metal que ficaria eletricamente magnetizado por cargas eletroestáticas'*.

Pode-se afirmar que para 30 alunos (80%), não houve a compreensão de uma alfabetização tecnológica prévia nos moldes CTSA, mesmo com uma ênfase constante dada pelo professor em sala de aula desde o início de 2022. Foi decepcionante. Constatou-se que a bússola era absolutamente desconhecida e/ou desnecessária para eles, mas a Rosa dos Ventos já tinha sido informada em sala, tendo sido introduzida na Europa pelos árabes no século VIII, na Idade Média tinha sido colocada na bússola (PANZERA, 2022) e, conforme Pessoa Júnior (2010, p.208),

em 1269 Peregrinus já tinha desenvolvido uma bússola flutuante feita de pedra-ímã usada para encontrar o azimute<sup>1</sup> de qualquer corpo celeste no horizonte.

- 2) A partir de nosso estudo sobre a bússola e a aplicação da sequência didática, explique o que é uma bússola.

Pode-se constatar por quatro respostas (20 alunos, 62,5%) que a assimilação do conhecimento foi bem genérico, similar e resumido: *'a bússola é um instrumento de navegação e orientação baseado no polo magnético da terra'*, *'é um instrumento de orientação para navegação que aponta para o Polo Norte terrestre'*, *'é uma ferramenta cartográfica e um importante instrumento de orientação criado pelos chineses para facilitar a localização e a movimentação pelo espaço terrestre'*, *'a bússola nos orienta na superfície terrestre que tem como um de seus princípios elementos uma agulha magnética, um aparelho que mostra os pólos magnéticos da terra'*. Dois grupos (12 alunos, 37,5%) responderam: *'instrumento para determinar as direções horizontais do meridiano magnético terrestre ou a posição de algo ou alguém em relação a ele e constante de uma agulha naturalmente magnética ou magnetizada e imantada, que quando gira livremente na horizontal sobre um pino colocado no centro de gravidade aponta para o norte magnético'* e ***'bússola é instrumento criado a.C. para orientação marítima e posicionamento sobre a terra para estudar as posições do sol e demarcação de temporadas para plantio e colheita, mas atualmente é apenas utilizada na direção/locomoção, sendo uma agulha magnetizada que aponta para o sul magnético'*** (negritos nossos).

Apenas a última resposta definiu a bússola envolvendo suas finalidades sociais, com as conseqüentes repercussões econômicas e políticas, caracterizando a volição, ao passo que os demais grupos se restringiram aos atributos e mecanismos do artefato, demonstrando que, estando em uma aula de Física, deveriam se ater à cultura disciplinar padrão. Os estudantes apresentaram concepção ingênua de que não existe uma interrelação explícita entre campos do conhecimento (SANTOS, 1992; BAZZO, 1998; AULER, 2002), denotando que nas relações CTSA a Ciência não tem vínculo com a Sociedade e não é influenciada pela Tecnologia, que também não é afetada

---

<sup>1</sup> Ângulo medido no plano horizontal entre o meridiano do lugar do observador e o plano vertical que contém o ponto observado.

pela Sociedade. Contudo, como afirma Auler (1998), o enfoque CTSA já direcionado em aulas prévias deveria promover o interesse dos estudantes em relacionar a ciência com as aplicações tecnológicas, os fenômenos da vida cotidiana e adquirir uma compreensão da natureza da ciência e do trabalho. Logo, talvez tenha pesado o fato de os estudantes não estarem aculturados nesta abordagem exibindo, portanto, pouco “treino” no raciocínio de integrar as outras dimensões ao conteúdo científico.

Para que serve a bússola?

Quatro grupos (22 alunos, 68,8%) responderam: *‘uma bússola serve para indicar as diferentes localizações no espaço terrestre’, ‘ela funciona como um recurso de orientação que permite diversos deslocamentos com segurança, principalmente **quando não há sinal no celular**, ‘com a bússola, é possível traçar rotas em passeios por lugares desconhecidos, localizar pontos no espaço e orientar deslocamentos, permitindo a todos os viajantes voltarem para suas casas’, ‘ela ainda é um instrumento de orientação **que complementa as informações de recursos mais modernos, como um GPS**’.* Dois grupos (10 alunos, 31,2%) responderam com a mesma ideia: *‘é um importante instrumento de localização para utilização em áreas inóspitas, onde a disponibilidade de recursos tecnológicos não existe’* (negritos nossos).

Foram avaliados como positivos os posicionamentos em negrito de 68,8% dos alunos, até negritando-os, pois, corroborando com Roig et al. (2010), a ciência e a tecnologia se adaptam ao ambiente material, tendo ocorrido um entrelaçamento entre conhecimento científico e vida social-tecnológica por parte desses alunos, esboçando certa reflexividade. A volição se manifestou. Interessante foi observar que alguns estudantes entendem um vínculo forte entre a Ciência e a Tecnologia e entre Tecnologia e Sociedade, mas conceituam uma frágil relação entre a Ciência e a Sociedade.

3) Qual a diferença que você encontrou entre o instrumento utilizado no passado e atualmente com as novas tecnologias, como o georreferenciamento?

Percebeu-se falta de segurança e de certeza nas respostas nos seis grupos, além de serem bem reduzidas: *‘antigamente eram usados o sol ou imãs, hoje o processo de direcionamento é **eletrônico**, e na maioria dos celulares há novas tecnologias de*

*localização*, *'antigamente usavam como orientação uma bússola simples com uma agulha e hoje já temos GPS ou instrumentos de orientação'*, *'no passado só usada para navegação e hoje em dia com as novas tecnologias existe o Google Maps e Waze'*, *'no passado a tecnologia era mais rudimentar hoje em dia é possível se orientar usando o GPS, que é um sistema de rede de estratégia e precisão, **podendo saber não somente a direção, mas a localização**, **a principal diferença é a precisão, especificamente pela localização cartográfica***, e *'devido às novas tecnologias, além do design do instrumento ter mudado, sua precisão foi aprimorada, **não sofrendo com ações de metais próximos** ou mesmo algo que era um problema nos primeiros modelos'* (negritos nossos).

Quando os alunos usaram o termo 'eletrônico', percebeu-se que não queriam raciocinar, e talvez nem saberiam conceituá-lo, a ponto de tratar tal "natureza eletrônica" como uma caixa preta, um rótulo. Este é um uso aquém do que almejam os propósitos educativos de explicar o termo eletrônico, e não souberam associar o desenvolvimento das tecnologias, como o enfoque CTSA propõe. Entretanto, outras respostas indicaram a presença do conhecimento que o GPS não é uma bússola eletrônica, ele é muito mais em essência. Outro posicionamento soube caracterizar que as tecnologias são qualitativas e não quantitativamente diferentes. O último foi bastante interessante, pois entendeu que as características das novas tecnologias não são de princípios iguais às da bússola, pois não sofrem com interferências metálicas. Neste caso houve a volição.

4) Por que a bússola pode ajudar uma pessoa a se orientar no planeta Terra?

Dois grupos (11 alunos, 34,4%) responderam à pergunta de maneira similar: *'a bússola aponta para o sul magnético da terra, que significa o norte geográfico real'*. Outros três (15 alunos, 46,8%) responderam: *'**por meio da movimentação da bússola, a pessoa consegue identificar o norte magnético do planeta e, por consequência, as direções cardeais***, *'a agulha imantada é atraída pela magnetização terrestre, indicando corretamente a direção norte'*, *'a agulha, que é suspensa pelo centro de gravidade, movimenta-se com base nos deslocamentos realizados por alguém, indicando corretamente as direções terrestres por meio da atração do campo magnético do planeta'*. Um grupo (6 alunos, 18,8%) não soube responder corretamente (negritos nossos).



Embora a pergunta tenha sido parcialmente conceitual, quase 50% dos alunos demonstraram ter adquirido alfabetização geográfica. Os demais responderam tradicionalmente ou não conseguiram se posicionar. Talvez a sequência não tenha conseguido ajudar os alunos até esse momento a se tornarem melhores pensadores críticos, solucionadores de problemas criativos em um contexto cotidiano relacionado à ciência, como sugere Aikenhead (2009).

## 4.2 Tecnologias atuais

Dentro dos estudos de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), ocorrem abordagens de temas importantes para a formação dos estudantes no mundo contemporâneo, viabilizando questionamentos sobre as mudanças que estão ocorrendo no mundo (AZEVEDO, 2013). O estilo de vida e os hábitos das pessoas têm se modificado e tornando-as dependentes das novas tecnologias, seja por meio das indústrias, aparelhos digitais ou redes sociais (SOUZA, 2012).

Em 80% do tempo da quinta aula, decidiu-se realizar uma plenária com os seis grupos de 32 alunos sobre como as atuais tecnologias interferem na vida das pessoas. Após seus posicionamentos, nos 10 (dez) minutos restantes, o professor esclareceu suas dúvidas e lhes entregou o texto ‘Georreferenciamento’ ao final da aula. Foi parcialmente utilizada uma sequência didática de Galieta (2022), para quem os professores de ciências devem promover o debate e a reflexão dos alunos acerca do uso e da exposição às tecnologias.

O início da plenária questionou: “A tecnologia é a solução para nossa sociedade? No que ela pode/poderá interferir na sua vida? Qual a relação entre os avanços tecnológicos e quais impactos positivos e negativos esses avanços podem causar na vida e na sociedade?” (GALIETA, 2022, p.110).

Em seguida aos posicionamentos, são apresentados entendimentos da literatura.

Os seis grupos foram unânimes em declarar que ‘a tecnologia é tudo de bom’ (volição, indicando que a tecnologia está relacionada à satisfação dos desejos), que ‘ela interfere na vida de todos’, e foram motivados a raciocinar em termos dos avanços tecnológicos especificamente a partir da bússola. Com a finalidade de nortear os seis

grupos de seis alunos quanto aos focos que seriam colocados e acalmá-los, uma vez que estavam encantados e eufóricos com uma aula de Física em forma de bate-papo, foram transcritos no quadro algumas palavras ou expressões e seus posicionamentos. Foi mencionado pelo professor, também, que esse exercício, embora pudesse ser considerado informal, se baseava no enfoque Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) e se propunha a fazê-los raciocinar sobre a vida em termos interdisciplinares. As seis expressões a seguir são as categorias estabelecidas e constantes no percurso metodológico: desbravadores e conquistadores, tecnologias atuais e comércio, tecnologias atuais e economia, empresas online e frete, uber e valor de transporte, tecnologias atuais, contatos e lazer.

1) Desbravadores e conquistadores – ‘eles **conseguiram chegar** aos seus destinos com o auxílio da bússola’ (12 alunos, 33,3%), ‘de mapas e bússolas’ (6 alunos, 16,6%), ‘com mapas e bússolas, eles definiam um traçado e faziam o percurso e quando chegavam em alguma ilha registravam nos mapas e os expandiam’ (6 alunos, 16,6%), ‘bússolas e lunetas’ (6 alunos, 16,6%), ‘**conseguiram chegar** aos destinos desejados através da visualização aos astros como o sol e as constelações’ (6 alunos, 16,6%). Esses posicionamentos ‘conseguir chegar’ indica a forte ligação do artefato bússola com a conquista de um objetivo. Esta característica transcende a individualidade da bússola e pode ser atribuída a todo e qualquer artefato tecnológico.

2) Tecnologias atuais e comércio – ‘o GPS facilitou muito a vida da sociedade atual, pois o mesmo mostra o melhor percurso e outras opções de percurso ao destino desejado, faz correção do caminho caso ocorra algum erro, não é pago, dá até previsão de chegada. Hoje em dia o GPS faz até mais coisa do que isso, ou seja, ele é uma comodidade. Para o comércio eu acho que ajudou muito na clientela e localização das lojas. Antes do GPS, as pessoas sabiam tal localização por referências ou coordenadas vindas de outras pessoas, mas hoje em dia não, **muitos só colocam no GPS e vão**’ (18 alunos, 50%), ‘o GPS oferece mapas das cidades, nomes de ruas e muito mais, assim a probabilidade de se perder e menor’ (6 alunos, 16,6%), ‘o GPS trouxe as melhorias de como chegar ao seu destino no caso de alguém não lembrar e também no caso da entrega onde o cliente pede’ (6 alunos, 16,6%), ‘o GPS trouxe praticidade e eficiência. Para o comércio é um grande avanço, as mercadorias não se perdem no caminho e chegam mais rápido’ (6 alunos, 16,6%).

Os 50% apontam que a tecnologia promove certa automatização da vida e poupa o esforço de ter que conhecer tudo.

3) Tecnologias atuais e economia – ‘o GPS fez com que a vida da economia em termos de distribuição de filiais de indústrias melhorasse, oferece mapas das cidades e locais em que o motorista estiver trafegando, o que permite traçar percursos e rotas com facilidade, além de possibilitar uma visão geral da área que está percorrendo’ (12 alunos, 33,3%), ‘por meio do GPS, as rotas para a distribuição de mercadorias para as empresas se tornaram mais simples e racionais, facilitando as entregas. Algo eficaz rápido e com boa distribuição’ percorrendo’ (12 alunos, 33,3%), ‘acreditamos que o GPS facilitou a vida das indústrias por poder calcular tempo e distância mais precisamente dos fretes, por exemplo. Caso tenha alguma obstrução no caminho elas conseguem traçar novos trajetos, pois **tempo é dinheiro** para as empresas’ (12 alunos, 33,3%). Nestes 33,3%, pode-se perceber a tecnologia desenvolvida e acoplada para servir aos valores humanos, a cultura, ao capitalismo.

4) Empresas online e frete – ‘as empresas levam em consideração as dimensões dos produtos, impostos referentes ao trajeto, e com o GPS a distância e o prazo para entrega’, ‘as empresas calculam o frete de acordo com a distância percorrida e tempo de entrega conforme o GPS. Acho que **preveem os possíveis imprevistos também**’ (24 alunos, 75%), ‘não temos muita noção e nunca procuramos saber como as empresas online calculam o frete para entrega, mas achamos que seja pelo GPS’, ‘não sabemos como as empresas vendedoras online calculam o frete, acreditamos que seja pela distância que a empresa terá que percorrer para fazer a entrega’ (12 alunos, 33,3%). No que tange à previsão de possíveis imprevistos para 75%, percebe-se que a tecnologia se antecipa aos problemas, evitando aborrecimentos às pessoas.

5) Uber e valor de transporte – ‘o aplicativo soma o preço base ao preço da quilometragem e do minuto rodado’ (18 alunos, 50%), ‘o aplicativo Uber usa o GPS para calcular o valor das passagens, quanto mais longe a localização mais cara é a passagem’ (18 alunos, 50%).

6) Tecnologias atuais, contatos e lazer – um grupo declarou ‘**nosso pai é motorista** e faz muitas excursões e transportes de pessoas, porque ele ganha dinheiro com a orientação do GPS e aí ele proporciona nosso lazer’, ‘o GPS sempre está presente na

*nossa vida*, (6 alunos, 16,6%). Outro grupo declarou que *'o GPS já nos facilitou muito. Às vezes chamamos algum parente ou amigo para visitar, aí uma pessoa que não conhece simplesmente coloca o endereço no GPS e lá mostra o trajeto. Já ajudou até mesmo para ir em viagens e a restaurantes'* (12 alunos, 33,3%), *'o GPS é legal porque dá segurança nos passeios'* (12 alunos, 33,3%), *'waze e moovit nos ajudam muito em questão de trajetos'* (6 alunos, 16,6%). Em *'nosso pai é motorista'*, constata-se a tecnologia na vida pessoal e privada, não apenas na social. No aspecto *'segurança'*, a tecnologia está presente.

Saídos do ensino fundamental, a Física pode ser uma matéria difícil para os alunos aprenderem e difícil para os professores ensinarem, mas esse dilema não é inteiramente causado pela necessidade de abstração e pela complexidade. De um ponto de vista específico, a ideia é buscar identificar erros cognitivos e hábitos de aprendizagem dos alunos (EULER; RÅDAHL; GREGORCIC, 2019).

Em sua pesquisa acadêmica junto a professores de Ciências do Ensino Fundamental em Mato Grosso, Anjos e Carbo (2019) também perceberam a existência de fragilidades e a quase inexistência dos componentes intrínsecos ao enfoque CTSA.

As concepções deformadas presentes em muitas escolas e salas de aula podem ser associadas a um currículo centrado em conteúdo específico de Ciências, que parte de uma concepção de ciência universal, centrada em si mesma e despreocupada de seus impactos sociais e ambientais. Pelo contrário, há que se promover um conhecimento mais amplo dos saberes científicos, considerando suas implicações sociais e proporcionando a formação de um indivíduo ativo na sociedade, capaz de buscar soluções para os problemas sociais, tecnológicos, econômicos, ambientais e políticos. Estas são as premissas básicas do enfoque ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA), que permite contribuir de maneira significativa com uma proposta reflexiva de abordagem desses campos do saber (ANJOS; CARBO, 2019).

Entende-se que a assimilação do conhecimento depende do currículo e das estratégias de ensino por parte dos professores.

## 5 CONCLUSÕES

Muitos especialistas em CTSA favoreceram a fundamentação deste estudo, mas muitos outros deveriam ter sido citados, pois esse enfoque é precioso e relevante na atualidade.

A presente pesquisa teve o objetivo geral de compreender como a construção de um artefato em sala de aula pode auxiliar os alunos a compreender conceitos básicos de geografia, astronomia e magnetismo, bem como a perceber a amplitude social de repercussão que uma nova tecnologia traz à sociedade.

Professor de Física do 1º ano do Ensino Médio em uma escola estadual, percebeu-se relativa dificuldade por parte dos alunos na compreensão do enfoque CTSA aplicado desde o início de 2022 (BRASIL, Lei 13.415, 2017), pois geralmente são provenientes de outras escolas nas quais o ensino é baseado em métodos de exposição verbal das matérias. A maior parte sente receio devido à proximidade, em três anos, de uma nova realidade, que é o vestibular pra a opção desejada de um curso superior. Nesses contextos, a análise dos conteúdos das ciências é tarefa que cabe apenas ao professor. No caso da Física e da Química, os exercícios são repetitivos, baseados na memorização de fórmulas. Predomina a autoridade do professor, que transmite um conteúdo pleno de ‘verdades absolutas e neutras’. Os conhecimentos são separados das experiências e das realidades sociais dos estudantes. Torna-se complicado iniciar uma abordagem que envolve sua vida cotidiana e os faça racionar em termos interdisciplinares, como o enfoque CTSA.

Como um todo, a literatura CTSA sugere que para preparar os alunos para o mundo diversificado da cidadania ou ocupações relacionadas à ciência seria importante estabelecer qual conteúdo científico deveria ser colocado no currículo para aumentar a capacidade dos alunos de ‘aprender a aprender’ o conteúdo de ciência dentro de um contexto relevante. Uma abordagem curricular CTSA baseada em ‘aprender a aprender’ produziria um currículo de ciências muito diferente. Na prática, como sugere Oliveira (2019), o enfoque educacional CTSA deve motivar estudantes a buscarem informações relevantes sobre Ciência e Tecnologia na perspectiva de as avaliarem de forma crítica, observando seus valores implícitos e compreendendo o aspecto axiológico de todo esse processo.

No caso do estudo sobre a bússola, percebeu-se que a evolução e o conceito dos artefatos devem ser um objetivo no ensino sobre tecnologia, pois os alunos devem aprender sobre como seu desenvolvimento aconteceu (FREDERIK; SONNEVELD; DE VRIES, 2011), mas não é só isso. Mais uma vez, também lembrando as quatro respostas, os estudantes apresentam uma concepção ingênua das múltiplas e complexas relações entre os campos Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. Dessa forma, a literatura entende que os estudantes não conseguem compreender que a Sociedade influencia e é influenciada pela Ciência e pela Tecnologia (CARDINOT; CHRISPINO, 2019; BONFIM, STRIEDER, MACHADO, 2022). Calculando-se a média de raciocínio crítico dos estudantes, o resultado foi baixo. Menos de 40% demonstraram ser alfabetizados científica/tecnologicamente, conhecer e dominar a natureza da ciência, e registrar volição.

Já na plenária sobre as tecnologias atuais, o resultado geral também não foi animador. Corrobora-se com Vázquez, Acevedo e Manassero (2004) de que geralmente os currículos de ciências se concentram principalmente em conteúdos conceituais que são regidos pela lógica interna da ciência e esquecem a educação sobre a própria ciência, sobre o que é a ciência, seu funcionamento interno e externo, a forma como se constrói e desenvolve o conhecimento que produz, os métodos que utiliza para validar esse conhecimento, os valores envolvidos nas atividades científicas, a natureza da comunidade científica, as ligações com a tecnologia, as relações da sociedade com o sistema tecnocientífico e vice-versa, as suas contribuições para a cultura e o progresso da sociedade. Todos esses aspectos constituem aproximadamente a maior parte do que é conhecido como natureza da ciência, entendido em um sentido amplo e não reduzido. Não se pode esquecer que os conteúdos científicos devem passar por um processo de transformação didática para se tornarem conhecimentos escolares.

A sequência mostrou limitações, mas resultados potencialmente promissores podem ser colhidos nos próximos anos, nos quais o professor avalia adotar estratégias mais efetivas e proceder a plenárias constantes sobre vários temas, tendo tempo hábil para esclarecer os alunos sobre suas dúvidas e questionamentos. O alcance da alfabetização científico-tecnológica dos estudantes é importante, pois eles estão vivenciando uma enorme assimilação das tecnologias, interessados em participar

cada vez mais, mesmo que apenas nas escolas e junto a seus contatos com amigos e familiares.

Assim, respondendo-se ao problema de pesquisa de como se situa o enfoque CTSA no ensino brasileiro, conclui-se que cabe aos professores do Ensino Fundamental se preocuparem em modificar seu processo didático para esse enfoque, mesmo se atendo ao currículo, aproveitando-se do interesse natural das crianças em aprender. Desta forma, ao chegarem ao Ensino Médio, os alunos já estarão mais bem preparados para assimilar e discutir, como cidadãos, os desafios do mundo contemporâneo, tornando-se alfabeticamente tecnológicos e científicos com volição, associando todo o seu conhecimento em benefício de si e da sociedade como um todo.

## REFERÊNCIAS

ACEVEDO, J.A.; VÁZQUEZ, A.; MANASSERO, M.A. Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.2, n.2, 2003.

AIKENHEAD, G. S. Research into STS science education. A pesquisa sobre educação em ciências na perspectiva CTS. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n.1, p.1-21, 2009.

AIKENHEAD, G.S. Renegotiating the culture of school science. In: MILLAR, R.; LEACH, J.; OSBORNE, J. (eds.), **Improving science education: the contribution of research**. Birmingham, UK: Open University Press, 2000, p. 245-264.

ANJOS, M. S.; CARBO, L. Enfoque CTS e a atuação de professores de Ciências. **Actio**, Curitiba, v. 4, n. 3, p. 35-57, set./dez. 2019. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/view/9329/6890>. Acesso em: 17 nov.2022.

ARAGÓN-MÉNDEZ, M. M.; ACEVEDO-DÍAZ, J. A.; GARCÍA-CARMONA, A. Prospective biology teachers' understanding of the nature of science through an analysis of the historical case of Semmelweis and childbed fever. **Cult Stud of Sci Educ**, n.14, p.525-555, 2019.

ARAGÓN-MÉNDEZ, M. M.; GARCÍA-CARMONA, A.; ACEVEDO-DÍAZ J. A. Aprendizaje de estudiantes de secundaria sobre la naturaleza de la ciencia mediante el caso histórico de semmelweis Y la fiebre puerperal. **Revista Científica**, v. 27, n. 3, p. 302-317, 2016.

ASTOLFI, Jean-Pierre; DEVELAY, Michel. **A didática das ciências**. 7 ed. Campinas: Papirus, 2002.

AULER, D. **Interações entre Ciência - Tecnologia - Sociedade no Contexto da Formação de Professores de Ciências**. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

AULER, Décio. Movimento ciência-tecnologia-sociedade (CTS): modalidades, problemas e perspectivas em sua implementação no ensino de física. In: **Atas do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física**. Florianópolis: SBF, 1998.

AZEVEDO, Rosa Oliveira Marins et al. O enfoque CTS na formação de professores de Ciências e a abordagem de questões sociocientíficas. IX ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. Água de Lindóia, SP: ABRAPEC, 2013. **Anais...**

BARBOSA, Felipe Araújo; MACHADO, Cassiana Barreto Hygino; RODRIGUES JUNIOR, Edmundo; LINHARES, Marília Paixão. Abordagem “Ciência, Tecnologia e Sociedade” (CTS) no ensino de Física: uma proposta na formação inicial de professores. **Revista Ensino & Pesquisa**, v.15, n.1, p.158-178, 2017.



BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Trad. Luís Antero Reto, Augusto Pinheiro. 3ª reimpressão 1ª ed. São Paulo: Edições 70, 2011.

BAZZO, W. A. **Ciência, tecnologia e sociedade e o contexto da educação tecnológica**. Florianópolis: Editora UFSC, 1998.

BOLÍVAR, A. **Educación para a ciudadanía**: algo más que una asignatura. Barcelona: Graó, 2007.

BONFIM, C. S.; STRIEDER, R. B.; MACHADO, P. F. L. Articulações entre Educação CTS e Natureza da Ciência na Pesquisa em Educação em Ciências. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v.15 n.2, p.307-333, nov.2022.

BRASIL. PCN. Lei 9.394. 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**, 23.12.1996.

BRASIL. PCN. **Parâmetros Curriculares Nacionais, quinta à oitava série do ensino fundamental**: introdução aos parâmetros curriculares nacionais. Brasília: Ministério da Educação MEC/ Secretaria de Educação Fundamental SEF, 1998.

BRASIL. Lei 13.415. 16 de fevereiro de 2017. Altera as Leis 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e 11.494, de 20 de junho 2007, que regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação, a Consolidação das Leis do Trabalho - CLT, aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, e o Decreto-Lei nº 236, de 28 de fevereiro de 1967; revoga a Lei nº 11.161, de 5 de agosto de 2005; e institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral. **Diário Oficial da União**, 17.02.2017, p.1.

CARDINOT, D. C.; CHRISPINO, A. Aplicação de controvérsia controlada sobre carros autônomos medida através do PIEARCTS. 2019. XII ENPEC - ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2019. **Anais...**

CARVALHO, L. F. D.; SÁ, R. G. C. **Georreferenciamento**. Santa Maria, RS: UFSM, Colégio Técnico Industrial de Santa Maria, 2017. Disponível em: [https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/413/2019/09/18\\_georreferenciamento.pdf](https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/413/2019/09/18_georreferenciamento.pdf). Acesso em: 05 out. 2022.

CUPANI, A. **Filosofia da tecnologia**: um convite. Florianópolis: Editora da UFSC, 2011.

DELIZOICOV, Do. Ensino de física e a concepção freiriana de educação. **Revista de Ensino de Física**, v.5, n.2, p. 85-98, 1983.

EULER, E.; RÅDAHL, E.; GREGORCIC, B. Embodiment in physics learning: a social-semiotic look. **Physical Review Physics Education Research**, v.15, n.1, p.010134, 2019.

FREDERIK, I.; SONNEVELD, W.; DE VRIES, M. J. Teaching and learning the nature of technical artifacts. **Int J Technol Des Educ**, n.21, p.277–290, 2011.

GALIETA, T. (org.) **Sequências didáticas para educação CTS** (Ciência, Tecnologia e Sociedade) [recurso eletrônico]. Ananindeua, PA: Itacaiúnas, 2022.

GONÇALVES, S. G.; MENEZES, P. H. D.; MIRANDA-FILHO, W. R.; VÁSQUEZ-ALONSO, A.; SANTOS, A. B. Compreensões de estudantes da educação básica sobre a tríade Ciência-Tecnologia-Sociedade e suas interrelações. XII ENPEC ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, Natal, RN, 25-28 junho 2019. **Anais...**

HELERBROCK, Rafael. **O que é magnetismo?** Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-magnetismo.htm>. Acesso em: 08 nov.2022.

KNELLER, G.F. **A ciência como atividade humana**. Rio de Janeiro: Zahar; São Paulo: Ed. Universidade de São Paulo, 1980.

LIU, Tingting. Learning Difficulties in Theoretical physics and Teaching Reform Strategies. **Modern Applied Science**, v.13, n.11, p.97-102, 2019. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/336777541\\_Learning\\_Difficulties\\_in\\_Theoretical\\_Physics\\_and\\_Teaching\\_Reform\\_Strategies/fulltext/5db1daf692851c577ebaa745/Learning-Difficulties-in-Theoretical-Physics-and-Teaching-Reform-Strategies.pdf?origin=publication\\_detail](https://www.researchgate.net/publication/336777541_Learning_Difficulties_in_Theoretical_Physics_and_Teaching_Reform_Strategies/fulltext/5db1daf692851c577ebaa745/Learning-Difficulties-in-Theoretical-Physics-and-Teaching-Reform-Strategies.pdf?origin=publication_detail). Acesso em: 17 jun. 2022.

NATIONAL GEOGRAPHIC EDUCATION. **Compass**. 2022. Disponível em: <https://education.nationalgeographic.org/resource/compass>. Acesso em 12 jul. 2022.

OLIVEIRA, L. D. Em busca de uma teleologia para a educação científica CTS: da consolidação do campo às unidades de ensino. **ACTIO**, Curitiba, v. 4, n. 2, p. 87-108, mai./ago. 2019.

PANZERA, Arjuna. **Astronomia no Ensino de Ciências**. Belo Horizonte: Ed. Fino Traço e UFMG, 2022.

PAUTZ, Eduardo. A importância do georreferenciamento: desafios e possibilidades. Revista Ibero-Americana de Humanidades, **Ciências e Educação**, v.7, n.11, p.1778-1787, nov. 2021.

PESSOA JÚNIOR, Osvaldo. Modelo causal dos primórdios da ciência do magnetismo. **Scientiæ Studia**, v. 8, n. 2, p. 195-212, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ss/a/bjLSmTbDFNf5qJLq9bZcCKn/?lang=pt>. Acesso em: 14 nov. 2022.

ROIG, A. B.; VÁSQUEZ-ALONSO, A.; MANASSERO-MAS, M. A.; GARCÍA-CARMONA, A. A modo de introducción. In: ROIG, A. B.; VÁSQUEZ-ALONSO, A.; MANASSERO-MAS, M. A.; GARCÍA-CARMONA, A. (coord.). **Ciencia, Tecnología y Sociedad en Iberoamérica**: una evaluación de la comprensión de la naturaleza de ciencia y tecnología. Madrid, España: Centro de Altos Estudios Universitarios de la

Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI), Documentos de Trabajo n.5, 2010, p.7-11.

SANTOS, W. L. P. **O Ensino de Química para Formar o Cidadão**: principais características e condições para a sua implantação na escola secundária brasileira. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Educação, Universidade de Campinas, 1992.

SASSERON, L. H. **Alfabetização científica no ensino fundamental**: estrutura e indicadores deste processo em sala de aula. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SAVIANI, N. **Saber escolar, currículo e didática**: problemas da unidade conteúdo/método no processo pedagógico. Campinas: Autores Associados, 2000.

SILVA JÚNIOR, J. S. **Campo magnético terrestre**. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/campo-magnetico-terrestre.htm>. Acesso em: 09 nov. 2022.

STRIEDER, R. B. **Abordagem CTS na Educação Científica no Brasil**: Sentidos e Perspectivas. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) – Instituto de Física e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

VÁZQUEZ, A.; ACEVEDO, J. A.; MANASSERO, M. A. Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: evidencias e implicaciones para su enseñanza. **Revista Iberoamericana de Educación**, edición electrónica. De los Lectores, 2004. Disponível em: <http://www.campus-ei.org/revista/deloslectores/702Vazquez.PDF>. Acesso em: 11 nov. 2022.

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

WEINSTEIN, M. Playing the paramecium: science education from the stance of the cultural studies of science. **Educational Policy**, n.12, p.484-506, 1998.