

EDUCAÇÃO CTS NO ENSINO DE ÓPTICA GEOMÉTRICA A PARTIR DO TEMA DEFEITOS DA VISÃO

STS EDUCATION IN THE TEACHING OF GEOMETRIC OPTICS FROM THE THEME VISION
DEFECTS

EDUCACIÓN CTS EM LA ENSEÑANZA DE LA ÓPTICA GEMÉTRICA DESDE EL TEMA DE LOS
DEFECTOS DE LA VISIÓN

Deusivaldo Aguiar-Santos¹

Manuscrito recebido em: 27 de março de 2023.

Aprovado em: 01 de setembro de 2023.

Publicado em: 23 de outubro de 2023.

Resumo

Este trabalho consiste em um relato de experiência referente à abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), no ensino de Física, realizada em turmas do ensino médio profissionalizante, em uma escola agrícola da rede pública federal, de tempo integral, no estado do Maranhão. Teve como objetivo analisar o ensino do conteúdo óptica geométrica/estudo da luz e suas consequências na saúde humana, bem como observar as possibilidades dessa prática, no contexto da cidadania dos estudantes, por meio da temática 'defeitos da visão'. A estratégia didático-pedagógica desenvolvida foi a dinâmica dos Três Momentos Pedagógicos (3MP), com os dados estruturados de acordo com análise de conteúdo. A pesquisa tem um caráter de natureza qualitativa, com apoio de elementos quantitativos, quando necessário. Na aplicação do conhecimento, os estudantes realizaram experimentos com espelhos planos e simulação de deficiência visual em uma caminhada pelas principais dependências da escola, bem como percepção da dilatação da pupila e debate sobre as experiências vividas. A análise dos resultados evidencia que, de fato, o ensino de óptica através de temas, no contexto da abordagem CTS, possibilitou aos estudantes relacionar os problemas vivenciados no cotidiano por um deficiente visual com o conhecimento científico, refletindo a respeito de situações reais dos defeitos da visão e das dificuldades encontradas por deficientes visuais no cotidiano, despertando-os para cidadania.

Palavras-chave: Cidadania; CTS; Defeitos da visão; Óptica geométrica; Três momentos pedagógicos.

Abstract

This work consists of a report of experience referring to the Science, Technology and Society (STS) approach in the teaching of Physics carried out in professional high school classes, in a full-time agricultural school of the federal and public network, in the state of Maranhão (Brazil). It aimed to analyze the teaching of Physics in the programmatic content geometric optics/light phenomena and their consequences on human health through the subject defects of vision. The didactic and

¹ Doutor em Educação em Ciências e Matemática pela Universidade Federal do Pará. Professor no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão. Líder do Grupo de Pesquisa Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente do Maranhão.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5164-0732> Contatos: deusivaldo@ifma.edu.br / deusepop@gmail.com

pedagogical strategy developed was the dynamic of Three Pedagogical Moments (3MP), with data structured according to content analysis. The research has a qualitative character, supported by quantitative elements, when necessary. In this way, the subject 'geometric optics/study of light' was developed, through the theme 'vision defects and their consequences on human health'. In the work with that theme, students carried out experiments with flat mirrors and simulation of visual impairment on a walk through the main school premises, as well as the work with the perception of pupil dilation, and the debate on those experiences. The analysis of the results suggests that, in fact, the teaching of optics through themes, in the context of the STS approach, enabled students to relate scientific knowledge and the problems experienced in everyday life by a visually impaired person, reflecting on real situations of the defects vision and the difficulties encountered by the visually impaired in everyday life, awakening them to citizenship.

Keywords: Citizenship; STS; Vision defects; Geometric optics; Three pedagogical moments.

Resumen

Este trabajo consiste en un informe de experiencia sobre el enfoque de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) en la enseñanza de la Física, realizado en clases de enseñanza media profesionalizada, en una escuela agrícola pública federal de tiempo completo en el estado brasileño de Maranhão. El objetivo fue analizar la enseñanza de la física en el plan de estudios de óptica geométrica/fenómenos luminosos y sus consecuencias para la salud humana a través del tema de los defectos de la visión. La estrategia didáctico-pedagógica desarrollada fue la dinámica de los Tres Momentos Pedagógicos (3MP), con los datos estructurados según el análisis de contenido. La investigación es de naturaleza cualitativa, con apoyo de elementos cuantitativos cuando es necesario. En la aplicación de los conocimientos, los alumnos realizaron experimentos con espejos planos y simularon la deficiencia visual en un paseo por las principales dependencias de la escuela, además de percibir la dilatación de los alumnos y debatir sus experiencias. El análisis de los resultados muestra que, de hecho, la enseñanza de la óptica a través de temas, en el contexto del enfoque CTS, permitió a los alumnos relacionar los problemas vividos en la vida cotidiana por las personas con deficiencia visual con el conocimiento científico, reflexionando sobre situaciones reales de defectos visuales y las dificultades encontradas por las personas con deficiencia visual en la vida cotidiana, despertándolos para ciudadanía.

Palabras clave: Ciudadanía; CTS; Defectos de visión; Óptica geométrica; Tres momentos pedagógicos.

Introdução²

As normas que regem o ensino brasileiro, por meio da Lei de Diretrizes e Bases (LDB) da Educação, exigem que o ensino da educação básica tenha como uma de suas finalidades desenvolver o educando para o exercício da cidadania, com ética e desenvolvimento do pensamento crítico (BRASIL, 1996), o que acarreta difundir o ensino de ciências para além

² Este trabalho faz parte de um estudo apresentado parcialmente no VIII Seminário Ibero-americano de CTS. Disponível em: <https://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/index.php/siacts/article/view/3607/2018>.

dos parâmetros puramente científicos, trazendo como propósito fornecer ao educando valores que o ajudem compreender a ciência, a tecnologia e suas implicações na tomada de decisões no contexto cotidiano em que está inserido. Nessa perspectiva, as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCEM), na parte de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, preconizam que “na escola, uma das características mais importantes do processo de aprendizagem é a atitude reflexiva e autocrítica diante dos possíveis erros” (BRASIL, 2006, p.45). Assim, propostas da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), do ensino médio, no contexto da educação básica, como, por exemplo, “conhecer, apreciar e cuidar de si, do seu corpo e bem-estar, compreendendo-se na diversidade humana, fazendo-se respeitar e respeitando o outro, recorrendo aos conhecimentos das Ciências da Natureza e às suas tecnologias” (BRASIL, 2017, p.324) estão de acordo com os princípios e finalidades supracitadas na LDB e OCEM.

Nesse aspecto, há necessidade de envolver práticas cidadãs e o ensino de ciências e de física pode contribuir significativamente, nesse campo, através da educação no contexto Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), pois, no ensino de ciências, no Brasil, “[...] vivemos um momento rico para o avanço de contribuições para a educação científica no sentido de formação para a cidadania” (SANTOS, 2012, p.59). Assim, a importância e a necessidade de contextualizar e envolver práticas cidadãs no campo educacional, através da abordagem CTS, vem progressivamente sendo difundida (SOLBES; VILCHES, 2004).

Diante do exposto, este trabalho constitui um relato de experiência no ensino de física, tendo como objetivo analisar o ensino do conteúdo óptica geométrica/estudo da luz e suas consequências na saúde humana, bem como observar as possibilidades dessa prática, no contexto da cidadania dos estudantes, por meio da temática ‘defeitos da visão’, no âmbito da abordagem CTS e da dinâmica dos Três Momentos Pedagógicos, aplicados em uma escola agrícola da rede federal, na cidade de Codó, no Estado do Maranhão.

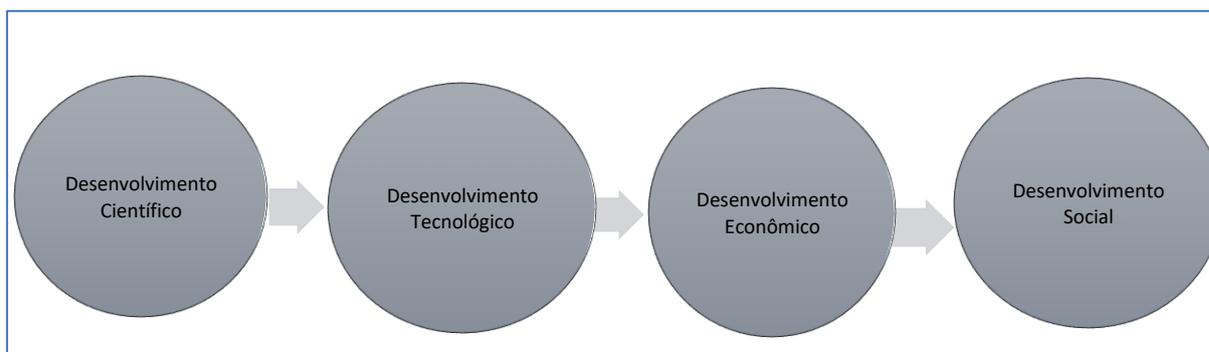
A abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade no ensino de Ciências

O aumento da geração de ciência e tecnologia em escala cada vez maior a partir do século passado provocou enormes impactos na sociedade, especificamente, a partir da segunda guerra mundial, de modo que ficou cada vez mais evidente que ambas não traziam só benefícios, mas tinham efeitos colaterais maléficos, além do que estavam sendo utilizadas para construção de armas cujos efeitos eram danosos para o homem e para o meio ambiente, em vários aspectos, como a poluição ambiental e as armas de destruição em massa.

Por conseguinte, surgiu o Movimento CTS, em meados do século passado, como reflexo da maneira como era gerada a ciência e a tecnologia tradicional (GARCIA et al., 1996). Nesse sentido, tiveram início os movimentos de contestação, em vários setores sociais no mundo, que obtiveram grande poder e terminaram por influenciar um novo modo de ensinar ciências. Desse modo, a abordagem CTS, no ensino de ciências, é uma consequência do movimento CTS. Nesse sentido, ciência, na perspectiva CTS, significa “ensinar sobre os fenômenos naturais de maneira que a ciência esteja embutida no ambiente social e tecnológico do aluno” (AIKENHEAD, 1994, p. 48).

Até então, a forma vigente de progresso tinha como pressuposto o modelo linear ou tradicional, no qual o “desenvolvimento científico (DC) gera desenvolvimento tecnológico (DT), este gerando o desenvolvimento econômico (DE) que determina, por sua vez, o desenvolvimento social (DS) – bem-estar social” (AULER, 2007, p. 8), esquematizado na Figura 1.

Figura 1 - Modelo linear de progresso adotado em parte do século XX.



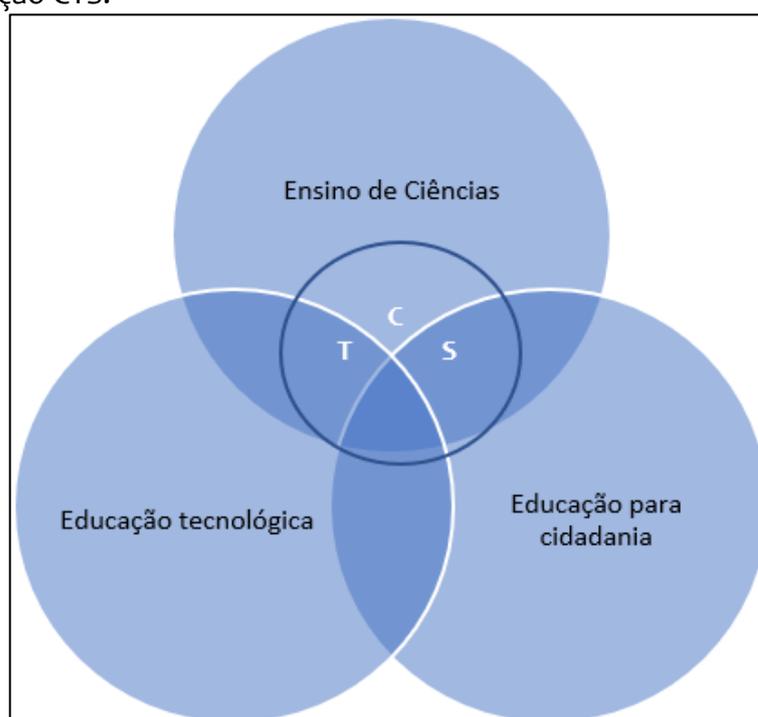
Fonte: Auler (2007), (adaptado).

Tal modelo desenvolvimentista linear não acarretava, na prática, o desenvolvimento social esperado e, por conseguinte, sofreu muitas críticas.

No campo educacional, os documentos oficiais brasileiros enfatizam a formação que tem como finalidade o exercício da cidadania, conforme recomenda a LDB, em seus artigos 2, 22, 35 e 36 (BRASIL, 1996). Essa finalidade está de acordo com os pressupostos da educação no campo CTS, pois “as propostas curriculares para o ensino de ciência na perspectiva ciência, tecnologia e sociedade possuem como principal meta preparar os alunos para o exercício da cidadania” (SANTOS; MORTIMER, 2001, p.95).

Estudos no contexto CTS têm-se caracterizado por meio da conectividade das relações entre o “ensino de ciências, a educação tecnológica e a educação para a cidadania no sentido da participação na sociedade” (SANTOS, 2012, p.51), conforme mostrado na Figura 2.

Figura 2 - Educação CTS.



Fonte: Santos (2012, p.51).

No contexto atual, tem-se novas diretrizes para a educação, por meio das novas orientações da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), as quais integram em suas bases o ensino no campo CTS. Nesse sentido, o ensino médio, como parte do ciclo da educação básica, apresenta a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, a qual estabelece que:

A contextualização social, histórica e cultural da ciência e da tecnologia é fundamental para que elas sejam compreendidas como empreendimentos humanos e sociais. Na BNCC, portanto, propõe-se também discutir o papel do conhecimento científico e tecnológico na organização social, nas questões ambientais, na saúde humana e na formação cultural, ou seja, analisar as relações entre **ciência, tecnologia, sociedade e ambiente**. (BRASIL, 2017, p. 549, grifo meu)

Assim, neste trabalho, consideraremos a abordagem CTS, que, de acordo com a educação para formação cidadã, propala que “educar para a cidadania é preparar o indivíduo para participar em uma sociedade democrática, por meio de garantia de seus direitos e do compromisso de seus deveres” (SANTOS; SCHNETZLER, 2010, p.30).

As Práticas Pedagógicas dos Três Momentos Pedagógicos

As práticas pedagógicas por meio dos Três Momentos Pedagógicos (3MP) estão baseadas na concepção de Paulo Freire (1975), através de temas geradores, e, transpostas para os saberes sistematizados ou educação formal para o ensino de ciências, através das obras "Física", de Delizoicov e Angotti (1990), e posteriormente "Metodologia do ensino de ciências", de Delizoicov e Angotti (2001), que se estruturam em três momentos distintos, a saber:

i. **Problematização inicial:** Na problematização introdutória, são apresentados temas ou fatos de que os alunos tenham conhecimento e que se relacionem com o conteúdo a ser estudado. Nesse momento de ensino, os alunos são estimulados a exteriorizar o que entendem a respeito da situação. Portanto, a problematização caracteriza-se pela compreensão e assimilação do tema pelos alunos.

ii. **Organização do conhecimento:** Ao organizar o conhecimento, é necessário estudar e sistematizar o conhecimento da física sob a orientação de um professor. Neste ponto, é necessário aprofundar as definições, conceitos, leis e possíveis apropriações do conhecimento científico para resolver os problemas mencionados na fase introdutória.

iii. **Aplicação do conhecimento:** E, no último momento, a aplicação dos conhecimentos, tentativa de analisar e interpretar cientificamente os problemas iniciais de estudo, bem como outras situações não relacionadas diretamente com a motivação inicial;

avalia-se se o aluno adquiriu a capacidade de justificar e participar a crítica das questões inicialmente levantadas (MUNCHEN, 2010; DELIZOICOV; ANGOTTI, 2001).

Assim sendo, o estudo através de temas, no contexto da abordagem CTS, e os Três Momentos Pedagógicos possuem ações integradoras dos conteúdos de ciências, no cotidiano do aluno, com o propósito de contribuir para a dialogicidade, problematização e concepção humanista da educação (SANTOS, 2008; DAGNINO, 2008).

Procedimentos Metodológicos

Esta pesquisa foi desenvolvida em uma instituição oriunda do modelo escolas agrícolas federais, que foram incorporadas aos atuais institutos federais, localizada na cidade de Codó, no leste do estado do Maranhão, cerca de 300 Km distante da capital São Luís, na borda da Amazônia legal (Fig.3). Possui cerca de 210 hectares de área, com construções prediais de estruturas leves e elementos vazados, integrando o espaço construído ao ambiente natural, caracterizado por floresta típica da interface da mata dos cocais com ambiente amazônico. Entre os diferentes espaços existentes, no ambiente, há os módulos administrativos, pedagógicos, com salas de aulas, laboratórios e grande área destinada às atividades típicas da agropecuária e agroindústria.

Figura 3 - Mapa do Brasil contendo a Amazônia legal e a localização do município de Codó-MA.



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cores e dimensões ilustrativas. Adaptado por Nuno Santa Rosa.

Para atender ao objetivo desta pesquisa, optou-se por uma abordagem qualitativa, apoiada por subsídios quantitativos, do tipo exploratório, que visa a proporcionar uma visão geral de um fato, conforme Gil (1999).

Esta investigação ocorreu entre novembro de 2018 e janeiro de 2019, na disciplina física II: estudo da óptica geométrica, em quatro turmas do segundo ano do ensino médio profissionalizante (Quadro 1), em uma instituição pública federal na cidade de Codó, estado do Maranhão.

Quadro 1 – Turmas do segundo ano do Ensino Médio profissionalizante.

Turmas – Cursos Técnicos Profissionalizantes	Número de alunos
Agropecuária	37
Agroindústria	38
Meio Ambiente	39
Informática	35

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Nesse aspecto, na primeira aula, foi apresentado aos alunos um texto motivador denominado *UMA VISITA AO OFTALMOLOGISTA: um tema para o ensino de Física*, de Sales (2008), momento em que foram levantadas questões e dúvidas dos alunos. O trabalho aborda o tema visita ao oftalmologista, em uma pesquisa de trabalho de conclusão de curso (TCC) de graduação, explorando os conceitos físicos: estudo dos fenômenos da visão, reflexão e refração da luz, espelhos planos e esféricos, lentes e defeitos da visão. O texto aborda a história de um pai que resiste a fazer uma visita ao médico oftalmologista para tratar da visão, mas com ajuda de sua esposa, resolve se consultar e leva consigo seu filho de 11 anos ao consultório, um garoto esperto e curioso, que deseja saber com o médico o que significam aqueles procedimentos e aparelhos (SALES, 2008).

A sequência Didática foi construída em 7 encontros de 90 minutos cada (Quadro 2), uma vez por semana, utilizando-se quadro branco, pincel, projetor multimídia e computador pessoal/notebook (propriedade do professor), texto fotocopiado e livro didático do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), utilizado pelo aluno.

Quadro 2 – Sequência Didática dos Três Momentos Pedagógicos aplicados ao conteúdo ‘Óptica geométrica’ em turmas do Ensino Médio Profissionalizante.

Três momentos pedagógicos	Aulas	Atividades
Problematização Inicial	1 aula	O tema foi introduzido por meio da leitura do texto ‘Uma visita ao oftalmologista’, seguido de um levantamento no qual os aluno(a)s apresentaram questionamentos, curiosidades e comentários a respeito do texto sobre Óptica Geométrica. Assim, foi possível ter uma ideia resumida da percepção do alunado a respeito do assunto abordado.
Organização do conhecimento (4 aulas)	1 aula	Explorando os conceitos físicos de Óptica geométrica: Raios e feixes de luz; Meios transparentes, translúcidos e opacos; Fenômenos ópticos; Cor de um corpo por reflexão; Princípios de propagação da luz, sombra, penumbra, câmara escura de orifício (princípio básico da máquina fotográfica) e eclipses.
	1 aula	Reflexão em espelhos planos e a construção de imagens, algumas aplicabilidades no cotidiano.
	1 aula	Reflexão em espelhos esféricos, construção geométrica de imagens, algumas aplicações tecnológicas e implicações na sociedade. Prática da formação de imagens em espelhos planos.
	1 aula	Refração da luz. Defeitos da visão e instrumentos ópticos. Experiências de refração em copo com água. Aplicações tecnológicas e implicações sociais.
Aplicação do conhecimento (2 aulas)	1 aula	Aula prática: i. Verificando a dilatação da pupila. ii. Simulação de um deficiente visual e debate.
	1 aula	Conclusão do conteúdo com avaliação.

Fonte: 3MP = Três Momentos Pedagógicos (2019).

As análises dos dados foram feitas levando-se em consideração a perspectiva da análise de conteúdo de Bardin (2011).

Resultados e discussões

A relação questionadora e dialógica da abordagem CTS e os 3MP evidenciam que ambos possuem grande articulação entre si, propiciando importante processo didático-metodológico. Assim, como provocação inicial, os alunos foram estimulados a se pronunciar a respeito de vários problemas relacionados ao tema da Óptica geométrica.

Desse modo, no primeiro momento, em sala de aula, foram elencados 70 questionamentos e curiosidades a respeito do texto. No entanto, por razão de espaço e de importância, destacaremos cinco deles (Quadro 3), a seguir:

Quadro 3 - Principais questionamentos feitos pelos alunos no conteúdo óptica geométrica.

Questões	
I	Qual a diferença entre reflexão e refração?
II	Qual a diferença entre o espelho plano e espelho esférico?
III	Quais as causas da miopia, hipermetropia, astigmatismo e as lentes apropriadas para corrigir tais defeitos?
IV	O que é o teste de Snellen?
V	Existem outros defeitos da visão, além daqueles mencionados no texto?

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Posteriormente, no segundo momento, foram trabalhados os conceitos, leis e suas aplicações técnicas, e relações do tema com o cotidiano. Neste sentido, os alunos ficaram conhecendo as leis dos espelhos planos e esféricos, assim como, alguns defeitos da visão. Na figura 4, os estudantes fazem experiências com a formação de imagens nos espelhos planos com o intuito de verificar os conceitos e leis que regem estes espelhos. Tal experiência consiste em fixar um espelho/vidro plano sobre uma superfície plana, posteriormente, coloca-se uma vela acesa (objeto) a certa distância na frente do espelho, a seguir, coloca-se atrás do espelho uma vela apagada com características diferentes no tamanho e, em seguida, outra com mesmo tamanho do objeto, e na mesma distância e reta perpendicular ao espelho. Assim, tem-se a impressão que a vela apagada com mesmo tamanho do objeto está acesa, o que mostra que naquele ponto está a imagem da vela colocada na frente do espelho. Este experimento, mostra na prática ao aluno princípios da óptica no espelho plano: imagem e objeto são equidistantes do espelho, apresentam mesmo tamanho, e possuem naturezas contrárias, isto é, para objeto real a imagem é virtual e vice-versa, além de serem figuras enantiomorfas (formas contrárias). Em geral, o efeito sobre o aluno é de encantamento e sentimento de euforia ao reconhecer na prática leis da ciência em situações do seu cotidiano.

Figura 4 - Experimento em sala de aula com a formação de imagens em espelhos planos.



Fonte: o autor.

A aplicação do conhecimento está decomposta em duas etapas. Primeiro, efetuou-se uma avaliação do conteúdo trabalhado nesse processo: foram verificados se vários questionamentos e dúvidas levantados no primeiro momento haviam sido compreendidos e se eles haviam se apropriado desse conhecimento. Assim, no gráfico 1, são apresentados os resultados dos questionamentos supracitados no quadro 3, feitos em forma de teste de múltipla escolha (questões fechadas Q1, Q2, Q3, Q4 e Q5), em um universo de 86 avaliações. Em resumo:

Q1: está relacionado aos fenômenos ópticos reflexão e refração: o aluno deverá diferenciar estes fenômenos e conhecer cientificamente o que eles significam;

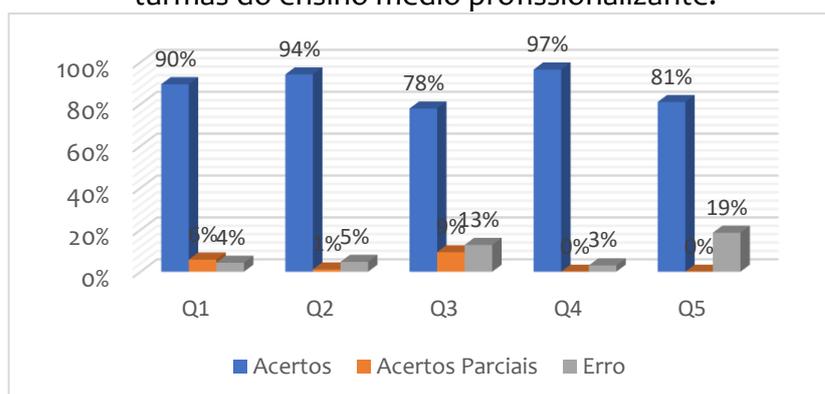
Q2: trata sobre espelhos planos e esféricos: o aluno deve diferenciá-los.

Q3: versa a respeito de alguns defeitos da visão: miopia, hipermetropia e astigmatismo, contidos no texto estudado na problematização inicial.

Q4: refere-se ao teste de Snellen³, utilizado por médicos oftalmologistas, em consultórios, para avaliar a acuidade visual dos pacientes.

Q5: aborda outros defeitos da visão não contidos no texto discutido em sala e que causaram curiosidades aos alunos. São eles: presbiopia, estrabismo daltonismo e catarata.

Gráfico 1 – Resultados dos testes sobre conteúdos relacionados à óptica geométrica, em turmas do ensino médio profissionalizante.



Fonte: Dados da pesquisa.

³ Teste no qual o paciente é colocado a uma determinada distância de uma escala optométrica/tabela com letras padronizados. O método foi desenvolvido pelo médico holandês Herman Snellen, objetivando medir a acuidade visual do paciente. O teste é realizado em um olho de cada vez. (ZAPPAROLI; KLEIN; MOREIRA, 2009).

Ao analisar-se as respostas dos alunos das questões Q1, Q2, Q3, Q4 e Q5 destinadas a averiguar o processo de ensino-aprendizagem dos questionamentos I, II, III, IV e V (quadro 3), constata-se que a maioria dos alunos respondeu favoravelmente ao entendimento dos questionamentos feitos no início do processo, evidenciando a contribuição do processo pedagógico 3MP e a abordagem CTS, no desenvolvimento do ensino de ciências.

A avaliação final constou ainda de uma questão ‘aberta’, na qual foi feito um breve relato sobre o conteúdo de óptica estudado em sala de aula. Neste aspecto, obtivemos algumas respostas, como as mencionadas pelos estudantes E₁, E₂ e E₃, apresentadas a seguir:

Miopia, por exemplo, caracteriza-se pelo fato de que a imagem se forma antes da retina, devendo-se usar, assim, lente divergente. Hipermetropia é o que acontece quando a imagem se forma depois da retina, ou seja, o contrário do que ocorre na miopia. Nesse caso, utiliza-se lentes convergentes (E₁).

A reflexão da luz é o fenômeno que ocorre com a luz ao incidir em uma superfície e retorna ao meio de origem. Refração quando a luz passa de um meio para outro (E₂).

Na sala de aula, o conteúdo sobre óptica foi para entendermos o que são espelhos planos e esféricos. Então, espelhos planos é que o objeto e a imagem estão a mesma distância do espelho e sempre a imagem produzida tem o mesmo tamanho do objeto. Nos espelhos esféricos, a imagem produzida não é a mesma do objeto (E₃).

As respostas ‘abertas’ coadunam com aquelas feitas de forma ‘fechada’, indicando que os alunos compreenderam o aspecto científico e ao mesmo tempo conseguiram tirar as dúvidas e resolver alguns dos problemas elencados no debate inicial, contemplando a aplicação do conhecimento científico, conforme consta no terceiro momento dos 3MP. (DELIZOICOV; ANGOTTI, 2001).

Na segunda etapa da aplicação do conhecimento, realizou-se duas práticas em duplas. Na primeira prática, o/a aluno/a verificava a pupila do colega em duas situações, ao abrigo da luz e em ambiente totalmente iluminado, objetivando observar a influência da luz no tamanho da pupila (Figura 5). Aqui, houve manifestação em geral dos participantes: exposta à luz, a pupila se contrai em comparação ao abrigo da luz, protegendo, assim, o olho da incidência de raios ultravioletas nocivos ao olho humano.

Figura 5 - Verificação da influência da luz no tamanho da pupila.



Fonte: o autor.

Geralmente, o conteúdo de óptica nos livros didáticos apresenta como epílogo os defeitos da visão. Nesse aspecto, na segunda e última prática da aplicação do conhecimento, realizou-se uma atividade simulada: os alunos tornaram-se deficientes visuais (cegos totais), numa prática realizada com o intuito de vivenciarem uma parte de inclusão social como deficiente visual. Assim, os alunos foram dispostos em duplas, em que um deles era cego total, com uma venda nos olhos, e o outro era o seu guia. Realizou-se uma caminhada pelas dependências da escola (Figura 6), e, na volta da caminhada, os pares invertiam a situação de cego e do guia.

Figura 6 - Experiência do aluno ser um deficiente visual.



Fonte: o autor.

No trajeto, foram exigidos três situações diferentes a serem experimentadas. Deste modo, percorreu-se uma trajetória de aproximadamente 300 m, da sala de aula até o campo de futebol da escola. Na primeira parte, o colega-guia falava ao “cego” qual o caminho a percorrer, sem tocar fisicamente nele (da sala de aula até o pátio de convivência/cantina); Na segunda parte (do pátio até o corredor do auditório), o colega-guia segurava no braço do “cego” e o guiava. Na terceira parte do trajeto (corredor até o campo de futebol), o “cego” segurava no braço ou no ombro do colega-guia e caminhavam juntos. Posteriormente, o processo se repetiu na volta, com a troca de papéis na experiência: agora o colega-guia passou a ser o “deficiente-visual” e vice-versa.

Após essa experiência da última etapa da aplicação do conhecimento, voltamos à sala de aula, onde realizamos uma breve discussão. Alguns alunos argumentaram que a escola não possui infraestrutura para atender o deficiente visual, embora algumas poucas ações tenham sido feitas, como, por exemplo, locais com lajotas indicando o trajeto que o deficiente deve fazer, mas, na maioria dos espaços, não existem esses indicativos. A figura 7 mostra a crescente aplicabilidade de lajotas para o deslocamento de deficientes visuais na Instituição, visando a adaptar-se ao que determinam as normas. Isto ocorreu, principalmente, após uma maior conscientização dos alunos em aulas de física: óptica geométrica.

Figura 7 - Aplicação de lajotas para facilitar a locomoção de deficientes visuais.



Fonte: o autor.

Quando perguntados qual das três opções para se guiar um cego total era mais adequada, a maioria das respostas (60%) foi aquela em que o deficiente segura no braço ou no ombro do guia. Feito isto, entrou no debate um técnico especialista em 'braille', convidado para fazer orientações sobre como conduzir um deficiente visual. O especialista indicou a 3ª situação, na qual o deficiente segura no ombro ou no braço do guia, como sendo a situação adequada. Esclareceu também que um deficiente visual (cego) usa geralmente uma bengala branca; quando possui baixa visão, utiliza bengala verde; e, quando a pessoa é deficiente visual total e surda, a bengala é listrada de vermelha e branca (Figura 8).

Figura 8 - Tipos de bengalas baseadas na condição de um deficiente visual⁴.



Fonte: Prefeitura de São Paulo.

O especialista informou ainda que nunca se deve fazer brincadeira de mau gosto ao encontrar um deficiente visual, pois a autoestima dele pode ficar abalada. E que é comum aceitarem ajuda, embora, alguns não reajam bem a essa situação, por não aceitarem suas limitações ou por terem passados por situações desagradáveis com estranhos que se aproveitaram da conjuntura para os enviarem, por exemplo, para outro sentido diferente do qual haviam solicitado ajuda.

⁴ Material de divulgação da Prefeitura de São Paulo destinado ao esclarecimento da população na utilização de bengalas por pessoas com deficiência visual e auditiva. Recuperado em: <https://pt-br.facebook.com/PrefSP/posts/1032424250289345/>. Acesso em 25.01.2022.

Nesse aspecto, alguns alunos, espontaneamente, manifestaram-se dizendo que, quando solicitados a guiarem um deficiente visual, suas ações eram pegá-los pelo braço e conduzi-los, mas, que doravante saberiam como isto seria feito. Deste modo, a aplicação do conhecimento da dinâmica 3MP por meio de debate está de acordo com pressupostos da abordagem CTS sustentados por Santos e Mortimer (2001), na qual afirmam que para o desenvolvimento da tomada de decisão é fundamental que os estudantes discutam problemas da vida real. Assim, a abordagem CTS deve conduzir a “educação para a ação social responsável” (SANTOS; MORTIMER, 2001, p. 102).

Considerações finais

Essa prática pedagógica formulou o ensino de física por meio de ações dinâmicas de Três Momentos Pedagógicos e questões temáticas numa abordagem ciência, tecnologia e sociedade, criando uma afinidade entre a ótica curricular e o contexto cotidiano dos alunos.

O tema da aula "visita ao oftalmologista", que trata da resistência masculina em ir ao médico, proporcionou um amplo estudo de óptica geométrica, que trouxe consigo a importância científica do estudo da luz e suas consequências sociais na vida cotidiana.

O ensino da óptica geométrica foi, assim, documentado pela problematização, na qual foi possível verificar argumentos e registros de considerações e questionamentos em um primeiro momento, bem como apreender conhecimentos científicos. Após a experiência simulada de uma pessoa com deficiência visual, que faz parte de uma minoria que nem sempre está incluída na sociedade, os alunos foram levados a pensar em atitudes cívicas na escola e na cidade onde vivem.

Nesta perspectiva, pôde-se constatar o poder transformador do ensino de ciências, através dos processos didáticos Três Momentos Pedagógicos e a inter-relação com abordagem CTS. Deste modo, alunos se manifestaram sobre o entendimento dos defeitos da visão, dizendo que em sua casa ou vizinhança havia alguém com defeito visual. Os principais defeitos identificados por eles foram catarata, presbiopia/vista cansada e miopia.

Afirmaram ainda que mudariam seus hábitos em relação à vivência social com deficientes visuais e à consciência da proteção dos olhos em relação à luz, o que caracteriza um entendimento maior de cidadania.

Referências

AIKENHEAD, G. What is STS science teaching? In: SOLOMON, J., AIKENHEAD, G. (Org). **STS Education: international perspectives on reform**. New York: Teachers College Press, 1994. p. 47-59.

AULER, D. Enfoque ciência tecnologia sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino**, v.1, n. esp., p. 1-19, 2007.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BRASIL. **Lei nº 9394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as leis de diretrizes e bases da educação nacional. Brasília: Presidência da República, 1996. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1996/lei-9394-20-dezembro-1996-362578-publicacaooriginal-1-pl.html>. Acesso em: 25 de agosto de 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Volume 2. Brasília, 2006. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf. Acesso: 02 de fevereiro de 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 25 de agosto de 2023.

DAGNINO, R. P. As Trajetórias dos Estudos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade e da Política Científica e Tecnológica na Ibero-América. **Alexandria**, v.1, n.2, p.3-36, 2008.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Física**. São Paulo: Cortez, 1990.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Metodologia do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 2001.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1975.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999.

MUENCHEN, C. **A disseminação dos três momentos pedagógicos: um estudo sobre práticas docentes na região de Santa Maria/RS**. 2010. 273 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Centro de Ciências em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

SALES, M. A. C. **Uma visita ao oftalmologista:** um tema para o ensino de Física. 2008. 45 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Física Licenciatura) - Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Faculdade de Física, Universidade Federal do Pará, 2008.

SANTOS, W. L. P. dos. Educação científica humanística em uma perspectiva freireana: resgatando a função do ensino de CTS. **Alexandria**, v.1, n.1, p.109-131, 2008.

SANTOS, W. L. P. Educação CTS e cidadania: confluências e diferenças. **Amazônia - Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v.9, n.17, p.49-62, 2012.

SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v.7, n.1, p.95-111, 2001.

SANTOS, W. L. P. e SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química:** compromisso com a cidadania. Ijuí: Editora Ijuí, 2010.

SOLBES, J.; VILCHES, A. Papel de las Interacciones Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente en la formación ciudadana. **Enseñanza de las Ciencias**, v.22, n.3, p. 337-347, 2004.

ZAPPAROLI, M.; KLEIN, F.; MOREIRA, H. Avaliação da acuidade visual Snellen. **Arquivos brasileiros de oftalmologia**, v.72, n.6, p.783-788, 2009.