

O uso de diferentes linguagens em aulas sobre a teoria da relatividade para o ensino inclusivo de alunos com deficiência visual

The use of different languages in theory of relativity classes for the inclusive teaching of students with visual impairments

Thaís Mendonça Marques

Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Ensino em Biociências e Saúde do Instituto Oswaldo Cruz (FIOCRUZ)
thaismmarques13@gmail.com

Artur Batista Vilar

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro –
Campus Rio de Janeiro
Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Ensino em Biociências e Saúde
do Instituto Oswaldo Cruz (FIOCRUZ)
artur.vilar@ifrj.edu.br

Maria da Conceição Barbosa-Lima

Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Ensino em Biociências e Saúde
do Instituto Oswaldo Cruz (FIOCRUZ)
mcablima@uol.com.br

Resumo

Este artigo aborda o uso de diferentes linguagens no processo de ensino-aprendizagem de alunos sem e com deficiência visual em aulas de física do ensino médio. Para isso, foi realizada uma pesquisa bibliográfica em periódicos da área de ensino de física a fim de conhecer o material já produzido sobre o tema em questão, no período de 2017 a 2022. À luz de dois pensadores russos, Vigotski e Bakhtin, foi realizada uma análise dos artigos selecionados com o objetivo de apontar caminhos para docentes trabalharem em sala de aula de maneira a estimular a troca de experiências, a participação dos alunos e a construção de uma linguagem científica. Foi escolhida a teoria da relatividade devido à sua constante divulgação e presença em filmes, documentários, revistas, dentre outros e por ser um tema que costuma despertar a curiosidade dos alunos.

Palavras-chave: linguagem, teoria da relatividade, ensino de física, inclusão, deficiência visual.

Abstract

This article approaches the use of different languages in the process of teaching and learning by students with and without visual impairment in high school physics classes. In this regard, it was conducted bibliographic research in journals in the field of physics education to acknowledge the papers already written about the subject, in the period of 2017 to 2022. In the light of two Russian thinkers, Vigotski and Bakhtin, an analysis of the selected articles was performed to point different ways for teachers to work in their classroom stimulating the exchange of experiences, the participation of students and to provide a scientific language. The theory of relativity was chosen due to its constant exposure and presence in films, documentaries and magazines, among others and for being a topic that arouses students curiosity.

Key words: language, theory of relativity, physics teaching, inclusion, visual impairment.

Introdução

Em 1905, proposta por Albert Einstein, foi publicada a teoria da relatividade restrita, responsável pela descrição dos movimentos em referenciais inerciais. Dez anos após, é apresentada a teoria da relatividade geral, que consiste em uma generalização da teoria anterior a fim de incluir referenciais não inerciais e a gravitação. “Juntamente com a física quântica, essas teorias modificaram completamente o nosso modo de compreender o universo” (SAMPAIO; OLIVEIRA; SIQUEIRA, 2019, p. 45-46).

Segundo Sampaio, Oliveira e Siqueira (2019), uma grande parte da ciência e da tecnologia moderna só se tornou possível graças à evolução de modelos e teorias físicas, que passaram a explicar e prever adequadamente uma gama maior de fenômenos. Isso possibilitou vivermos em um mundo amplamente tecnológico onde, por exemplo, qualquer cidadão com um aparelho celular tem acesso às informações de satélites e, por meio do Sistema de Posicionamento Global (GPS), que faz correções relativísticas nos dados enviados, consegue saber, com precisão a posição de objetos na superfície terrestre.

Além disso, cabe destacar que o GPS é um grande aliado à orientação e mobilidade de pessoas com deficiência visual, pois é capaz de proporcionar uma locomoção com mais independência e segurança, proporcionando, mais qualidade de vida.

Entretanto, de acordo com Sampaio, Oliveira e Siqueira (2019), apesar do grande impacto histórico, social, cultural e tecnológico da teoria da relatividade, a aprendizagem deste tema ainda não faz parte do cotidiano escolar na formação básica de muitos estudantes. Assim, devemos pensar em um ensino de Física que fomente à formação crítica de todos os cidadãos, de maneira que eles possam ter o pleno entendimento de como atuar em uma sociedade repleta de inovações alcançadas pela ciência.

Deficiência visual

Hallais; Vilar; Barbosa-Lima (2021, p. 268) apontam que “o processo de ensino e aprendizagem perpassa pela linguagem e pelas práticas construtivas nas relações entre professor e aluno, formadas por características e identidades sociais.” Ademais, sugerem algumas alternativas de comunicação que visam dar condições à participação dos alunos com deficiência visual em



aulas de física inseridos no ensino regular. Dentre elas, destacam-se: a utilização da audiodescrição, exploração dos sentidos remanescentes, bem como a utilização de músicas e poesias com temas voltados para a ciência, estimulando à trans e interdisciplinaridade (HALLAIS; VILAR; BARBOSA-LIMA, 2021).

Portanto, neste artigo, buscam-se recursos, em periódicos já publicados, para que professores de física do ensino médio possam trabalhar com diferentes linguagens em sala de aula, propiciando a participação e interação de todos os alunos em aulas que abordem o tema sobre a teoria da relatividade.

Biologicamente, o conceito de deficiência visual é estabelecido no Brasil pelo decreto nº 5.296 de dezembro de 2004 (BRASIL, 2004). Este conceito engloba dois grupos de pessoas: cegos e de baixa visão. O primeiro designa toda pessoa cuja acuidade visual, no melhor olho, e com a melhor correção óptica, é menor que 20/400. Já o segundo grupo é composto por pessoas cuja acuidade visual, no melhor olho, e com a melhor correção óptica, é menor que 20/70 e maior que 20/400, ou então, os casos em que o somatório da medida do campo visual em ambos os olhos for igual ou menor que 60°.

Em outra perspectiva, Lev Vigotski (1898-1934), psicólogo russo, um dos pioneiros da psicologia do desenvolvimento, afirmava que a deficiência visual é mais que um fenômeno biológico, é um fenômeno social. Para Vigotski (2021, p. 31):

Os cegos não sentem diretamente sua cegueira [...] quisera demonstrar que também para o pedagogo, para a pessoa que se aproxima da criança cega com o propósito de educá-la, não exista a cegueira como um fato diretamente fisiológico, mas as consequências sociais desse fato que precisam ser levadas em conta.

Ainda segundo Vigotski (2021, p. 229), “a pedagogia dos cegos deve levar em conta a colaboração com os videntes [...] o pensamento coletivo é a fonte principal de compensação das consequências da cegueira.” Sendo assim, desenvolvendo o pensamento coletivo, possibilita-se à pessoa com deficiência o acesso ao desenvolvimento, a compensação das dificuldades e a participação social.

Linguagem

Mikhail Bakhtin (1895-1975), pensador russo que se dedicou a refletir sobre questões relacionadas à linguagem em suas mais diversas manifestações da vida social, defendia que, “todas as esferas da atividade humana, por mais variadas que sejam, estão sempre relacionadas com a utilização da língua” (BAKHTIN, 1997, p. 279).

A unicidade do meio social e do contexto social imediato são condições absolutamente indispensáveis para que o complexo físico-psíquico-fisiológico possa ser vinculado à língua, à fala, possa se tornar um fato de linguagem. (BAKHTIN, 1995, p. 71).

Não há razão para minimizar a extrema heterogeneidade dos gêneros do discurso [...] Os gêneros secundários do discurso – o romance, o teatro, o discurso científico, o discurso ideológico etc. – aparecem em circunstâncias de uma comunicação cultural... (BAKHTIN, 1997, p. 281).

Lima, Moraes e Monteiro, na página 189 de seu trabalho de 2021, citando os trabalhos de Souza de 2002 e de Wertsch de 1993, afirmam que “apesar de o campo literário ser o tema principal

de pesquisa de Bakhtin, sua produção ultrapassa os limites do estudo da estética e pode ser generalizada como uma filosofia acerca da ação humana mediada pela linguagem”.

Para Vigotski (2001, p. 11), “a função da linguagem é comunicativa. A linguagem é, antes de tudo, um meio de comunicação social, de enunciação e compreensão”. Além disso, ressalta que a linguagem possibilita a elaboração e representação de conceitos (função intelectual) de maneira que essas duas funções estão interligadas.

O desenvolvimento do pensamento e da linguagem depende dos instrumentos de pensamento e da experiência sociocultural da criança [...] O desenvolvimento do pensamento da criança depende de seu domínio dos meios sociais do pensamento, isto é, da linguagem. (VIGOTSKI, 2001, p. 148-149).

Entre esses pensadores, o sujeito é identificado como um ser inacabado, que encontra no social, nas interações, no dialogismo e no diálogo com o outro possibilidades de práticas que os conduzem à troca de conhecimentos e à emancipação (NEVES; OLIVEIRA; BASTOS, 2021).

Desta maneira, à luz de Vigotski e Bakhtin, dentro da área educacional, o conhecimento deve ser construído na interação entre o indivíduo e o meio, sujeito-objeto, através da mediação do outro, professores e colegas, de signos, linguagem.

Metodologia

A investigação constitui uma pesquisa bibliográfica de caráter qualitativo. Realizou-se uma busca por publicações que abordam a temática sobre diferentes linguagens que podem ser utilizadas em aulas de teoria da relatividade. Utilizando as plataformas Google Acadêmico e Scielo foram selecionados artigos recentes, publicados nos últimos 5 anos, de 2017 a 2022.

A pesquisa de tais publicações foi realizada através da ferramenta de busca presente nessas plataformas, com a utilização das seguintes palavras-chave: “ensino de física e deficiência visual”, “teoria da relatividade e deficiência visual”, “linguagem e ensino da teoria da relatividade” e “Bakhtin e Vigotski”.

Assim, inicialmente, foram selecionados quinze artigos e, após uma seleção criteriosa no âmbito do tema, com base na leitura dos resumos e objetivos, foram escolhidos sete, dispostos no quadro 1 abaixo. Posteriormente, foram selecionados trechos ou propostas nos quais os autores apontavam o uso da linguagem. O intuito é, então, destacar e analisá-los quanto à sua aplicabilidade em sala de aula, sob o referencial de Bakhtin e Vigotski.

Quadro 1: Artigos selecionados

Artigos selecionados	Autores	Ano	Periódico de publicação	Qualis
As relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade na Arte de Chico Buarque	Camargo, Camargo e Silva	2018	Revista Debates em Ensino de Química	A3



Física Moderna e Contemporânea no Ensino Básico: O cinto de segurança como alternativa para a abordagem teórica do Princípio de equivalência da Relatividade geral	Oliveira, Sampaio e Siqueira	2019	Conexões-Ciência e Tecnologia	A2
O tempo e a música: uma proposta de abordagem da obra Quatro Quartetos, de TS Eliot	Gremski	2020	Scriptorium	B1
Diálogos entre Ciência e Arte: Uma leitura a partir da obra de Remedios Varo para um Ensino sobre as Ciências	Carvalho e Reis	2020	Caderno Brasileiro de Ensino de Física	A2
A inserção da teoria da relatividade geral aplicada em filmes de ficção científica	Santos	2020	Anais do VII Congresso Nacional de Educação (CONEDU)	Não possui
Teoria Especial da Relatividade: 100 anos após, como ensiná-la significativamente usando o cordel	Guimarães e Nobre	2019	Conexões-Ciência e Tecnologia	A2
Teatro De Fantoches: Uma Apresentação Lúdica de Física Moderna em Escolas do Ensino Fundamental	Aringhieri e Silva	2017	Scientia Plena	B3

Fonte: Os autores, 2022.

Resultados

O artigo “As relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade na Arte de Chico Buarque” de Camargo, Camargo e Silva (2018) analisa as potencialidades das canções de Chico Buarque na perspectiva das relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Arte. Segundo os autores, foram encontradas oitenta e cinco canções que, de alguma forma, mencionavam conceitos de ciência e tecnologia e/ou os relacionavam com situações sociais relacionadas a um indivíduo ou povo.

Os autores apontam que em “Xote das Navegações” é possível discutir a teoria da relatividade em “pendulando como o tempo/E tendo igual destinação/Pra quem anda na barçaça/Tudo, tudo passa/Só o tempo não”. Este trecho descreve a experiência mental dos irmãos gêmeos idênticos, em que um fica em um lugar e o outro viaja à uma velocidade próxima à da luz e quando volta estava mais jovem que seu gêmeo, pois em seu referencial o tempo passa mais lentamente. Na letra desta canção, o observador da barçaça está exatamente à velocidade da luz, por isso “Tudo, tudo passa/Só o tempo não” (CAMARGO; CAMARGO; SILVA, 2018, p. 83).

Já o artigo de Oliveira, Sampaio e Siqueira (2019) apresenta uma proposta de discussão para vinculação entre os temas princípio de equivalência e educação para o trânsito. Mediante a conscientização dos estudantes quanto à importância do uso do cinto de segurança, propõe introduzir o conceito de princípio de equivalência. Segundo os autores, o ato de vincular esses temas pode favorecer um ensino problematizado.

Uma vez que os estudantes (crianças ou jovens) compreendam a importância do uso do cinto de segurança, sabendo explicá-la sob a perspectiva dos diferentes referenciais envolvidos, eles irão influenciar os adultos e se tornarão agentes educadores (OLIVEIRA; SAMPAIO; SIQUEIRA, 2019, p. 8).

Além disso, destaca-se também o trabalho de Gremski (2020) que propõe uma análise sobre a questão do tempo a partir da obra Quatro Quartetos, de T. S. Eliot, publicada em 1943. “Ela propõe um estado em que tanto passado e futuro são, na verdade, parte de um tempo presente, este eterno e, portanto, inapreensível dentro da escala temporal a que estamos acostumados a considerar” (GREMSKI, 2020, p. 2).

Os tempos passado e futuro/Estão talvez no tempo futuro, /E o futuro, contido no tempo passado. /Se todo o tempo é presente eternamente/O tempo todo é irredimível (ELIOT, 2018, p. 225 citado por GREMSKI, 2020, p.2).

De acordo com Gremski (2020, p. 2), a partir deste poema, a física pode ser discutida a partir das noções de eterno tempo presente de Eliot e espaço-tempo de Einstein: a ideia de que espaço e tempo estão interligados, e que o tempo é, em si, uma grandeza relativa, atua como uma “evidência científica” para aquilo que Eliot propõe nos Quatro Quartetos.

Ainda sob uma aproximação entre Ciência e Arte, Carvalho e Reis (2020) abordam em seu artigo Diálogos entre Ciência e Arte: Uma leitura a partir da obra de Remedios Varo¹ para um Ensino sobre as Ciências uma análise sobre algumas obras da artista que podem auxiliar no ensino de ciências. Segundo os autores, em Revelación o el relojero (1955) e Fenómeno da Ingravidad (1963) não só é oportuno suscitar questões sobre relatividade, mas também desencadear questionamentos sobre o próprio conhecimento científico. A seguir, figuras 1 e 2, temos uma imagem dos quadros com suas respectivas descrições.

Figura 1: Revelación o el relojero



Fonte: Remedios Varo², 2015

¹ Pintora espanhola surrealista, 1908 – 1963

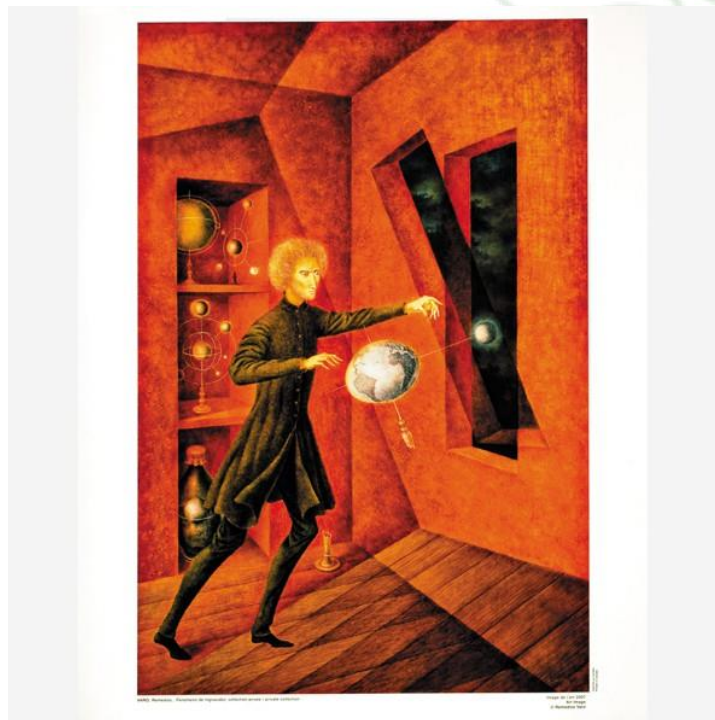
² Disponível em: < <https://www.remedios-varo.com/revelacion-o-el-relojero-1955/>>. Acesso em: 10 nov. 2022.



Notas proêmias: É um Masonite (material composto por um aglomerado de fibras de madeira) surrealista pintado à óleo, por Remedios Varo em 1955, intitulado “Revelación o El relojero”, medida de 71 centímetros de comprimento por 84 centímetros de largura, localizado no Colección Hanni Bruder Kafka no México, e disponível no acervo digital <https://www.remedios-varo.com/revelacion-o-el-relojero-1955/>.

Descrição da imagem: Numa sala (com tonalidades verde, marrom, vermelho e preto) com baixa luminosidade. Na parte superior, há suaves curvaturas sob o teto sendo sustentado por oito relógios de madeiras, que estão dispostos ao fundo e lado esquerdo da sala. Ambos os relógios estão marcando a mesma hora, em cada base há uma imagem de uma sala, uma janela ao fundo e a frente um personagem com diferentes vestimentas representando determinado período histórico, como em um dos relógios avistamos um homem com trajes do Império Romano e outro com traje das dinastias egípcias. No centro da sala, há um homem vestido (trajes de tonalidades preto e marrom) sentado à mesa, na qual há engrenagens de montagens dos relógios, alguns instrumentos como lupa e ferramentas. Algumas dessas engrenagens caem da beirada da mesa e se espalham pelo chão. O relojoeiro está com o olhar fixo para uma revelação à sua frente, um disco, envolto a uma névoa que gira e entra através da janela, localizado à direita da sala. No canto inferior à direita, há alguns pedaços de madeira sob um disco, que exala breve fumaça e um gato da cor preta sentado ao lado.

Figura 2: Fenómeno da Ingravidad



Fonte: Remedios Varo³, 2015

Notas proêmias: É uma tela surrealista pintada à óleo, por Remedios Varo em 1963, intitulado “Fenómeno da Ingravidad”, medida de 75 centímetros de comprimento por 50 centímetros de largura, localizado no National Museum of Women in the Arts, e disponível no acervo digital

³ Disponível em: < <https://www.remedios-varo.com/fenomeno-de-ingravidez-1963/> >. Acesso em: 10 nov. 2022.

<https://www.remedios-varo.com/fenomeno-de-ingravidéz-1963/>.

Descrição da imagem: Numa sala (tonalidades de vermelho e laranja) com o teto, parede, chão e janela distorcidos, no canto esquerdo na parede há uma estante (embutida na parede) que dispõe de quatro modelos do sistema solar. Um astrônomo, usando vestimenta de tonalidade preta, com os pés dispostos ao chão inclinado, observa o movimento de interação de dois globos (representados pela Terra e Lua), associados ao espaço-tempo, tal movimento está próximo à janela que está distorcida perpendicularmente ao espaço da sala, abaixo no canto inferior à direita, no chão tem um castiçal com parte de uma vela.

Já na área cinematográfica, Santos (2020) publica um artigo, denominado A inserção da teoria da relatividade geral aplicada em filmes de ficção científica no qual aborda a formulação de atividades utilizando filmes de ficção científica no ensino de física para uma nova concepção do espírito científico sob a luz da teoria da relatividade geral. A análise considera as obras cinematográficas como mecanismos para veicular posições, ideias e debates em torno de temas científicos, visando contribuir para a alfabetização científica.

Segundo Santos (2020, p. 7),

não só o aprendizado da Física pode ser fomentado durante a exibição de um filme, mas podemos trabalhar a interdisciplinaridade, pois eles não contêm apenas aspectos específicos da Física. Reportam-nos também à abordagem dos contextos sócio-histórico e político-cultural, à dimensão geográfica, estética e artística, dentre outros aspectos.

Foram citados no artigo alguns filmes trabalhados com os alunos do 2º e 3º ano do ensino médio em uma escola de Goiás, como 2001: Uma Odisseia no Espaço, em que foi discutida a questão da propagação do som no espaço; Interestelar, baseado em conceitos científicos como estrelas de nêutrons, buracos negros giratórios e dilatação do tempo e Perdido em Marte, que mostra a realidade de um voo espacial.

O autor considerou positiva a participação dos alunos nas discussões e a utilização dos filmes possibilitou um diálogo entre as ciências da natureza, as humanidades e o senso comum. “É essa possibilidade, e riqueza de linguagens, que precisa ser abordada como mais um recurso lúdico para o ensino das ciências.” (SANTOS, 2020, p. 10).

Já no campo da literatura de cordel, Guimarães e Nobre (2019) defendem que esta linguagem pode ser utilizada como ferramenta de ensino aprendizagem da teoria da relatividade restrita. Para tal, foi produzido e aplicado um folheto de cordel em uma turma do ensino médio de uma escola pública de Fortaleza. Segundo os autores, o resultado da pesquisa acarretou um maior interesse dos estudantes e foram gerados indicativos de aprendizagem significativa.

De acordo com autores, “propomos o ensino dos princípios, dos postulados e da Teoria Especial da Relatividade utilizando-se o cordel para trazer o foco da ciência, da poesia, da rima e do folheto para o ensino” (GUIMARÃES; NOBRE, 2019, p. 38).

Por fim, no campo teatral, Aringhieri e Silva (2017) propõem um teatro de fantoches para o ensino de física moderna em turmas do ensino fundamental de uma escola localizada no município de Marabá, estado do Pará.

Para o desenvolvimento dos conteúdos, foram elaborados roteiros teatrais com uma linguagem acessível ao público-alvo, associada à experimentos que relacionavam o tema com a apresentação. Para executá-las foram confeccionados 4 fantoches que, usados por seus interlocutores, desenvolveram os roteiros propostos.

Uma das peças discorre sobre a interpretação do paradoxo dos gêmeos. Foi exibida, então, uma representação da viagem de um dos bonecos ao espaço na velocidade da luz, voltando para casa mais novo do que o gêmeo que ficou em Terra, movendo-se a velocidades menores.

Posteriormente, o artigo apresentou uma abordagem experimental, feita com os alunos, sobre a curvatura do espaço-tempo provocada por um objeto massivo, o que demonstra a natureza geométrica da interação gravitacional. Para esta atividade foram utilizados dois materiais: uma toalha de algodão e uma bola.

Segundo Aringhieri, Silva (2017), a utilização de bonecos de fantoche e experimentos de baixo custo é uma possibilidade para disseminar, desde o ensino básico, um pensamento crítico sobre a utilização da tecnologia e as suas consequências.

Discussões

Nas concepções de Bakhtin e Vigotski, a linguagem é vista como uma construção coletiva e, então, de natureza histórico-social-cultural, em que os processos de transformação ocorrem nas relações dialógicas estabelecidas com o outro.

A enunciação enquanto tal é um puro produto da interação social, quer se trate de um ato de fala determinado pela situação imediata ou pelo contexto mais amplo que constitui o conjunto das condições de vida de uma determinada comunidade linguística. (BAKHTIN, 1995, p. 121).

Os artigos de Camargo, Camargo e Silva (2018) e Gremski (2020) propõem uma análise de trechos musicais a serem explorados durante as aulas de física. No artigo de Carvalho e Reis (2020) há uma relação entre o Surrealismo e a física. Já o trabalho de Santos (2020) contempla a área cinematográfica, e o de Aringhieri e Silva (2017), a teatral. Oliveira, Sampaio e Siqueira (2019) estabelecem uma discussão entre a física e a educação para o trânsito. Ademais, a literatura de cordel é uma possibilidade abordada por Guimarães; Nobre (2019) que gerou resultados satisfatórios.

Assim, essas propostas de abordar músicas, peças de teatro, cordéis, obras de arte, elementos verbais e não-verbais são capazes de estimular a interação, a interdisciplinaridade, a interlocução entre o aluno e a sociedade, a criatividade e a criticidade. Nesse sentido, de acordo com Bakhtin e Vigotski, podemos afirmar que a linguagem atua como facilitadora do processo de ensino aprendizagem, ou seja, a utilização de diferentes linguagens são um potencial para um ensino de física mais contextualizado e significativo.

Considerações Finais

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de apontar caminhos para os professores de Física utilizarem em suas aulas diferentes linguagens para abordar o tema sobre a teoria da relatividade. Com isto, foram estudadas propostas sobre essa temática, em artigos já publicados, e os resultados, quanto à aplicabilidade em sala de aula, analisados sob o referencial de Bakhtin e Vigotski.

A análise dos resultados vai ao encontro de um processo de ensino mais contextualizado, crítico e reflexivo. Entretanto, os autores desses artigos não incluíram possibilidades para contemplar alunos com deficiência visual inseridos no ensino regular. Então, destacamos, a seguir, alguns recursos que podem ser utilizados visando à acessibilidade.

Os trechos musicais citados por Camargo, Camargo e Silva (2018) e Gremski (2020) podem ser escutados em sala de aula, estimulando os sentidos remanescentes, digitalizados ou impressos em Braille⁴ para os alunos com deficiência visual.

Ademais, no artigo de Oliveira, Sampaio e Siqueira (2019) sugeriríamos uma encenação teatral pelos alunos. Um grupo analisaria a mecânica clássica (leis de Newton, referencial inercial) e, um outro grupo, os efeitos do referencial não-inercial. Assim, um júri final, composto por alunos, resumiria as perspectivas de ambos os referenciais e a discutiria sobre a necessidade do uso do cinto. Com isto, o professor poderia estimular ainda mais a participação dos alunos, a criatividade, a socialização e a argumentação. De acordo Vigotski (2014) a representação teatral constitui uma das principais raízes da criatividade infantil.

Já no artigo de Carvalho e Reis (2020) são citados dois quadros de Remedios Varo. Então, na perspectiva de incluir os alunos com deficiência visual, o professor deve utilizar uma descrição ou audiodescrição dessas imagens. Neste trabalho, abaixo das figuras 1 e 2, uma sugestão é apresentada.

Cabe destacar que a fim de facilitar a audiodescrição foi utilizado o recurso de notas proêmias para detalhar a especificidade do quadro em si e sua localização. Ambos os títulos, notas proêmias e descrição da imagem, em itálicos, estão de acordo com uma das diretrizes de acessibilidade para pessoas com deficiência visual.

Além disso, os textos com a descrição referente aos quadros possuem variados detalhes e tonalidades que representam a característica do estilo e da personalidade da artista, no entanto foi necessário fazer uma seleção das informações que sejam relevantes e estejam de acordo com o objetivo do trabalho e o público-alvo. Sendo assim, opta-se por não descrever os detalhes físicos do relojoeiro e astrônomo, atentando-se apenas para a fusão dos conceitos de espaço e tempo presente na Teoria da Relatividade Geral, tema central desse texto.

Complementando, a audiodescrição é um material inclusivo para facilitar a compreensão do quadro em si, não exclui o estudo, a interpretação e a mediação do(a) professor(a) em sala de aula. Cabe, então, ao docente, explorar demais detalhes e o conteúdo da física. Por fim, salienta-se que a utilização desta ferramenta se estende às demais obras de arte, filmes e quaisquer imagens apresentadas.

Com isto, visamos contribuir com possíveis soluções para minimizar barreiras e tornar o ensino de física moderna e contemporânea mais acessível e inclusivo. Para isso, é necessário que se estabeleça uma efetiva comunicação a fim de facilitar o processo de ensino-aprendizagem. Neste âmbito, a participação, o diálogo e a colaboração entre os alunos com e sem deficiência visual, a exploração dos sentidos remanescentes, a interlocução, a interdisciplinaridade e a criatividade devem ser continuamente estimuladas, conforme apontam Hallais; Vilar; Barbosa-Lima (2021), Vigotski (2001, 2014, 2021) e Bakhtin (1995, 1997).

⁴ Sistema de escrita e leitura tátil utilizado por pessoas com deficiência visual. Está baseado em 64 símbolos em relevo, resultantes da combinação de até seis pontos dispostos em duas colunas de três pontos cada. Pode-se fazer a representação tanto de letras, como algarismos e sinais de pontuação. A leitura é feita da esquerda para a direita, ao toque das mãos. O sistema recebeu este nome devido ao seu criador francês, Louis Braille.

Agradecimentos

Este trabalho só foi possível pelo auxílio recebido pela Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior).

Estendemos os agradecimentos à professora de física, mestre em Ensino em Biociências e Saúde, Sofia Castro Hallais pela sua colaboração, especialmente nas descrições das imagens.

Referências

- ARINGHIERI, L. F.; SILVA, F. A. R. Teatro De Fantoches: Uma Apresentação Lúdica de Física Moderna em Escolas do Ensino Fundamental. **Scientia Plena**, v. 13, n. 1, 2017. Disponível em: <<https://scientiaplena.org.br/sp/article/view/3334>> Acesso em: 30 out. 2022.
- BAKHTIN, M. (VOLOCHINOV). **Marxismo e filosofia da linguagem**. Tradução de Michel Lahud e Yara Yaguello. 7º ed. São Paulo. WMF Martins Fontes, 1995. 196 p.
- BAKHTIN, M. **Estética da criação verbal**. Tradução de Maria Ermantina Galvão. 2º ed. São Paulo. WMF Martins Fontes, 1997. 414 p.
- BRASIL. **Lei nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 3 dez. 2004. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm> Acesso em: 10 out. 2022.
- CAMARGO, C. P. de; CAMARGO, E. P. de; SILVA, C. S. As relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade na Arte de Chico Buarque. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 4, n.2, p. 73-94, 2018. Disponível em: <<http://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/1860>> Acesso em: 15 out. 2022.
- CARVALHO, T. A.; REIS, J. C. Diálogos entre Ciência e Arte: Uma leitura a partir da obra de Remedios Varo para um Ensino sobre as Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 1, p. 173-196, 2020. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8086210>> Acesso em: 28 out. 2022.
- GREMSKI, J. F. O tempo e a música: uma proposta de abordagem da obra Quatro Quartetos, de TS Eliot. **Scriptorium**, Porto Alegre, v. 6, n. 1, p. 1-7, jan.-jun. 2020. Disponível em: <<https://revistaseletronicas.pucrs.br/index.php/scriptorium/issue/view/1442>> Acesso em: 20 out. 2022.
- GUIMARÃES, E. J. G.; NOBRE, F. A. S. Teoria Especial da Relatividade: 100 anos após, como ensiná-la significativamente usando o cordel. **Conexões-Ciência e Tecnologia**, v. 13, n. 4, p. 37-44, 2019. Disponível em: <<http://conexoes.ifce.edu.br/index.php/conexoes/article/view/1858>> Acesso em: 30 out. 2022.
- HALLAIS, S.; VILAR, A. B.; BARBOSA-LIMA, M. C. A. Um estudo acerca da linguagem como facilitadora das aulas de Física para alunos com deficiência visual. **Revista de Enseñanza de la Física**, v. 33, n. 2, p. 267-273, 2021. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8508941>> Acesso em: 10 out. 2022.
- LIMA, N. W.; MORAES, A. G.; MONTEIRO, A. V. G. 'Cântico dos cânticos, quântico dos quânticos': as relações dialógicas entre artes, ciências contemporâneas e saúde no álbum Quanta, de Gilberto Gil. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 1, p. 187-209, 2021. Disponível em: <

<https://www.scielo.br/j/hcsm/a/bngkQpWTKbmkZ54YYzbgPLR/abstract/?lang=pt>> Acesso em: 22 out. 2022.

NEVES, J. V.; DA SILVA OLIVEIRA, G.; BASTOS, S. N. D. A produção do conhecimento e a constituição de sujeitos: diálogos com os diferentes Vygotsky, Bakhtin e Freire.

Comunicação & Educação, v. 26, n. 2, p. 43-57, 2021. Disponível em: <

<https://www.revistas.usp.br/comueduc/article/view/185676>> Acesso em: 20 out. 2022.

OLIVEIRA, A. N. de; SAMPAIO, W. S.; SIQUEIRA, M. C. A. Física Moderna e Contemporânea no Ensino Básico: O cinto de segurança como alternativa para a abordagem teórica do Princípio de equivalência da Relatividade geral. **Conexões Ciência e Tecnologia**. Fortaleza/CE, v.13, n. 4, p. 7 - 17, dez. 2019. Disponível em: <

<http://conexoes.ifce.edu.br/index.php/conexoes/article/view/1859>> Acesso em: 25 out. 2022.

SAMPAIO, W. S.; OLIVEIRA, A. N. de; SIQUEIRA, M. C. A. As Teorias da Relatividade no Ensino Básico: uma revisão de literatura para traçar o perfil dos trabalhos publicados no Brasil entre 2000 e 2018. **Conexões-Ciência e Tecnologia**, v. 13, n. 4, p. 45-53, 2019.

Disponível em: < <http://www.conexoes.ifce.edu.br/index.php/conexoes/article/view/1857>>

Acesso em: 28 out. 2022.

SANTOS, L. J. B. A inserção da Teoria da Relatividade Geral aplicada em filmes de ficção científica. **Anais do VII Congresso Nacional de Educação (CONEDU)**, Maceió, 2020.

Disponível em: < <https://editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/67744>> Acesso em: 28 out. 2022.

VARO, R. **Fenómeno de Ingravidez (Fenómeno de Ingravidad)**, 1963. Disponível em: < <https://www.remedios-varo.com/fenomeno-de-ingravidez-1963/>>. Acesso em: 10 nov. 2022.

VARO, R. **Revelación o el Relojero**, 1955. Disponível em: < <https://www.remedios-varo.com/revelacion-o-el-relojero-1955/>>. Acesso em: 10 nov. 2022.

VIGOTSKI, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. Tradução de Paulo Bezerra. 1º ed. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2001. 496 p.

VIGOTSKI, L. S. **Imaginação e criatividade na infância**. Tradução de João Pedro Fróis. 1º ed. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2014. 128 p.

VIGOTSKI, L. S. **Problemas da defectologia**. Tradução de Zoia Prestes e Elizabeth Tunes. 1º ed. São Paulo: Expressão Popular, v. 1, 2021. 239 p.