

# REFLEXÕES SOBRE O ENSINO DOS CONCEITOS DE ESPAÇO, TEMPO E VELOCIDADE ATRAVÉS DA CANÇÃO PARABOLICAMARÁ DE GILBERTO GIL

## REFLECTIONS ON TEACHING THE CONCEPTS OF SPACE, TIME AND VELOCITY THROUGH THE SONG PARABOLICAMARÁ BY GILBERTO GIL

ARTUR BATISTA VILAR<sup>1</sup>, KIM SILVA RAMOS<sup>2</sup>, VERA LÚCIA AMORIM DA SILVA<sup>3</sup>, MARIA DA CONCEIÇÃO DE ALMEIDA BARBOSA-LIMA<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), Campus Rio de Janeiro

<sup>2</sup>Instituto Oswaldo Cruz (IOC/FIOCRUZ), Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino em Biociências e Saúde

<sup>3</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), Campus Nilópolis

<sup>4</sup>Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Instituto de Física Armando Dias Tavares, Departamento de Física Aplicada e Termodinâmica.

### Resumo

*Apresentamos uma proposta de reflexão sobre os processos de ensino e aprendizagem de conceitos como espaço, tempo e velocidade sob o viés da Ciência e Arte e da análise do discurso de Bakhtin, tendo como objetivo contribuir com um ensino de cinemática cada vez mais contextualizado, crítico e com um enfoque que vá de encontro à metodologia tradicional tão marcada pela valorização excessiva da matematização, da memorização de equações e pela resolução de exercícios, comumente desconectados da vivência e do dia a dia dos estudantes. Para isso, descrevemos o percurso metodológico de uma intervenção pedagógica na qual utilizamos a canção Parabolicamará, de autoria de Gilberto Gil, que foi aplicada com alunos do ensino médio em um contexto de ensino remoto emergencial decorrente do cenário da pandemia de Covid-19. Foi proposta, aos estudantes, uma reflexão sobre a evolução histórica dos meios de transporte e de comunicação, desde a época das grandes navegações, passando pelas rotas da diáspora negra e chegando aos dias atuais. A análise bakhtiniana dos enunciados contribuiu com o processo de avaliação da aprendizagem desses alunos e das estratégias de ensino implementadas. Pudemos, por fim, mostrar que a utilização da Ciência e Arte propiciou um contexto favorável à valorização do dialogismo e à abordagem de*

*temas relacionados com a vida cotidiana e com perspectivas histórica, crítica e social.*

**Palavras-chave:** *Cinemática, Ciência e Arte. Bakhtin. Gilberto Gil. Ensino de física.*

---

### Abstract

*We present a proposal for reflection on the teaching and learning processes of concepts such as space, time and velocity from the perspective of ArtScience and the analysis of Bakhtin's discourse, with the aim of contributing to an increasingly contextualized, critical teaching of kinematics and with a focus that goes against the traditional methodology so marked by the excessive emphasis on mathematization, memorization of equations and solving exercises, commonly disconnected from the students' daily lives. To this end, we describe the methodological path of a pedagogical intervention in which we used the song Parabolicamará, written by Gilberto Gil, which was applied to high school students in an emergency remote teaching context resulting from the Covid-19 pandemic scenario. Students were asked to reflect on the historical evolution of means of transport and communication, from the time of great navigation, through the routes of the black diaspora and up to the present day. The Bakhtinian analysis of the statements contributed to the process of evaluating these students' learning and the teaching strategies implemented. We were finally able to show that the use of ArtScience provided a favorable context for valuing dialogism and approaching themes related to everyday life and historical, critical and social perspectives.*

**Keywords:** *Kinematics. ArtScience. Bakhtin. Gilberto Gil. Physics teaching.*

---

## I. INTRODUÇÃO

Este trabalho consiste em uma das aplicações, voltada para o chão da escola, da pesquisa que realizamos sobre a presença da ciência e da tecnologia na vida e na obra de Gilberto Gil (Vilar; Ramos; Barbosa-Lima, 2022). Todavia, dado o contexto da pandemia de Covid-19, as salas de aula deram lugar aos ambientes virtuais de aprendizagem e a presença física dos alunos foi substituída por uma tela composta por um conjunto de quadradinhos, quase sempre inertes, propiciando um contexto de ensino-aprendizagem pouco favorável à manutenção do dialogismo. Este foi o nosso desafio e, no anseio de superá-lo, decidimos fazer uso da relação entre ciência e arte, planejando e aplicando uma intervenção sobre cinemática em que pudemos refletir sobre os conceitos de espaço, tempo e velocidade.

Os processos de ensino e aprendizagem de cinemática são, historicamente, caracterizados por uma aplicação exacerbada da matemática e por uma profusão de exercícios extraídos de livros, apostilas e vestibulares, com o único objetivo de se determinar o valor da incógnita que não foi fornecido no enunciado proposto.

Neste contexto, qual o ganho pedagógico que esses estudantes terão em, apenas, descobrir o valor de uma variável em questões que, quase nunca, estão relacionadas com situações-problemas conectadas às suas realidades e vivências? De certo, tão pequeno quanto o avançar da prática, pouco reflexiva, dos docentes que se engessam e permanecem atados à essas estratégias e metodologias tradicionais.

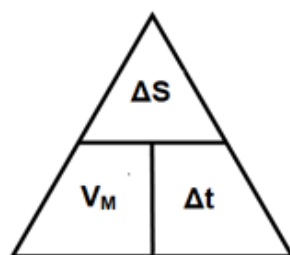
Embora seja tratada como trivial, a própria definição de velocidade surge com definições divergentes nos textos dos livros didáticos. Em uma das publicações do Centro de Referência para o Ensino de Física, Silveira (2015) discute a inconsistência da utilização da expressão velocidade média escalar, visto que, assim como o deslocamento, a velocidade é uma grandeza vetorial. O termo mais apropriado seria, portanto, velocidade média vetorial ou, simplesmente, velocidade média.

Sobre a diferença entre os conceitos de velocidade e rapidez e as suas respectivas classificações como vetoriais ou escalares, Mors (2008, p. 2) afirma que:

Uma quantidade vetorial das mais presentes na física é a velocidade (velocity, em inglês), uma grandeza cinemática que, por ser vetorial, é dotada de magnitude e orientação. Velocidade é vetor, por definição. Em inglês, o módulo da velocidade é speed, uma grandeza escalar essencialmente positiva (em matemática, essencialmente positivo significa maior ou igual a zero), como são as magnitudes de vetores. Esta palavra, em português, deve ser traduzida por rapidez ou, ainda, pelo menos utilizado celeridade. Existe a tendência, entre nós brasileiros, de confundir velocidade com rapidez. Mas, no tratamento formal exigido pelo estudo da física, isto não pode ocorrer.

De maneira geral, os temas nodais e comumente abordados nas aulas de cinemática são: conceitos iniciais, velocidade média, movimento retilíneo uniforme, movimento retilíneo uniformemente variado, funções horárias e análise de gráficos. Não é de se espantar que a carga horária demandada para o ensino desses conteúdos não seja pouca e isso nos traz o questionamento sobre a real necessidade de se utilizar boa do ano letivo com tais pontos. A despeito da opção realizada no planejamento da disciplina, tomamos como certo o fato de que muitos, se não a maioria, dos estudantes passam por tais conteúdos sem o domínio ou a compreensão dos conceitos de espaço, tempo e velocidade.

Retornando para o viés exacerbado da matematização, não é raro encontrarmos professores utilizando o que denominam de regra do triângulo para o cálculo da velocidade média, conforme representado na figura 1. Tal estratégia consiste em tapar, esconder, a grandeza que se deseja determinar e observar as posições no triângulo das outras duas restantes. Se elas estiverem lado a lado, basta multiplicá-las. Se uma estiver sobre a outra, então, realiza-se a divisão.



**Figura 1:** Triângulo para cálculo da velocidade média, do deslocamento ou intervalo de tempo. Fonte: Os autores

Há, aí, um problema: ao passo que, em um primeiro momento, os jovens se encantem com a facilidade e celeridade na resolução das questões, por outro lado não conseguem assimilar a correlação entre tempo, deslocamento e velocidade, fato que pode, por exemplo, ser constatado pela recorrente dificuldade na utilização das unidades de medida, na compreensão das funções horárias e, em um momento posterior, na dificuldade de leitura e interpretação dos gráficos da velocidade e da posição em função do tempo.

Análise semelhante pode ser feita para o caso da segunda lei de Ohm, em que a utilização da regra do triângulo é estimulada em desfavor da discussão da diferença entre resistores ôhmicos e não-ôhmicos.

Retornemos para o diálogo entre ciência e arte que caminham, na maior parte do tempo, juntas desde a Grécia Antiga. A área de pesquisa denominada Ciência e Arte ou CienciArte<sup>1</sup> é recente e encontra-se em pleno estágio de fundamentação, não havendo, nem ao menos, concordância quanto ao próprio nome do campo (Silveira; Malina; Lannes, 2018). Data, apenas, de 2011 a publicação do editorial reconhecido como o manifesto da área (Root-Bernstein et al., 2011), contendo dezessete pontos nos quais os autores propõem uma síntese do que seria ArtScience. Dado esse contexto, Araújo-Jorge et al. (2018, p. 26) afirmam que:

Nesse caminho, unimos os termos ciência e arte para a criação de um novo conceito, ou um novo campo: CienciArte. Mas o que é esse novo campo, CienciArte, com palavras aglutinadas, e não mais colocadas lado a lado, com conjunções ou preposições entre elas? Já existe esse campo interdisciplinar, transdisciplinar? (...) Nesse encontro, nenhum dos campos perde sua especificidade, mas ao tratar de temas de interesse comum sob duas ou mais perspectivas diferentes, ambas se enriquecem e contribuem para inovar em soluções para o tema instigante que as uniu. Portanto, o nascer de um novo campo interdisciplinar não extermina os anteriores, mas abre uma nova via, uma nova perspectiva. E é assim que pensamos na perspectiva de que estamos vivendo atualmente a emergência deste novo campo, a CienciArte.

Temos como objetivo apresentar uma alternativa às tradicionais aulas de cinemática, fazendo, para isso, uso da canção Parabolicamará do cantor e compositor Gilberto Gil (Gil, 1991) que aborda aspectos da ciência e da tecnologia que consideramos oportunos para uma aula de física baseada na valorização da linguagem e do dialogismo.

Transcrevemos, a seguir, os versos da composição:

Antes mundo era pequeno / Porque Terra era grande / Hoje mundo é muito grande / Porque Terra é pequena / Do tamanho da antena parabolicamará / Ê, volta do mundo, camará / Ê, ê, mundo dá volta, camará / Antes longe era distante / Perto, só quando dava / Quando muito, ali defronte / E o horizonte acabava / Hoje lá trás dos montes, den de casa, camará / Ê, volta do mundo, camará / Ê, ê, mundo dá volta, camará / De jangada leva uma eternidade / De saveiro leva uma encarnação / Pela onda luminosa / Leva o tempo de um raio / Tempo que levava Rosa / Pra aprumar o balaio /

Quando sentia que o balaio ia escorregar / Ê, volta do mundo, camará / Ê, ê, mundo dá volta, camará / Esse tempo nunca passa / Não é de ontem nem de hoje / Mora no som da cabaça / Nem tá preso nem foge / No instante que tange o berimbau, meu camará / Ê, volta do mundo, camará / Ê, ê, mundo dá volta, camará / De jangada leva uma eternidade / De saveiro leva uma encarnação / De avião, o tempo de uma saudade / Esse tempo não tem rédea / Vem nas asas do vento / O momento da tragédia / Chico, Ferreira e Bento / Só souberam na hora do destino apresentar / Ê, volta do mundo, camará / Ê, ê, mundo dá volta, camará (GIL, 1991).

Pequeno e grande. Longe e perto. Efêmero e eterno. Lento e rápido. Através destas dicotomias, o artista reflete sobre os conceitos de tempo, espaço e rapidez, abordando os avanços dos meios de comunicação na história, desde a época das grandes navegações, em que o mundo terminava em um abismo ao fim do horizonte, aos tempos atuais em que terras e pessoas, tão distantes, comunicam-se, à velocidade da luz, através das ondas eletromagnéticas captadas pelas antenas parabólicas.

De acordo com o próprio Gil:

Em "Parabolicamará" pus o tempo existencial, psíquico, em contraposição ao tempo cronológico - a eternidade, a encarnação e a saudade à jangada e ao saveiro, e estes dois ao avião para insinuar o encurtamento do tempo-espaço provocado pelo aumento da rapidez dos meios de comunicação física e mental do mundo-tempo moderno e das velocidades transformadoras em que vivemos. Pus também o tempo subatômico, da partícula, da subfração de tempo; do átomo de tempo - cuja imagem mais representativa é exatamente a correção equilibradora que a Rosa faz com o balaio. E pus por fim o tempo da morte. o tempo-corte, o tempo que corta, ceifa, o tempo-foice, onde alguma coisa é e de repente foi-se, lembrando na citação dos caymmianos Chico, Ferreira e Bento - a morte do meu filho: a situação, segundo se imagina, de ele meio sonolento no volante do carro sendo subitamente assaltado pelo evento acidental que o levaria à morte (RENNÓ, 2003, p. 404).

## II. METODOLOGIA

Apresentamos, neste trabalho, uma aplicação da pesquisa de natureza qualitativa que vimos desenvolvendo sobre a presença da ciência e da tecnologia na produção e na vida de Gilberto Gil. Neste sentido, utilizaremos como referencial a teoria de Mikhail Bakhtin que nos permite uma análise do discurso em que o enunciado esteja intrinsecamente ligado aos contextos sociais e culturais.

Uma aula de física ou de qualquer outro campo do conhecimento deve valorizar a utilização da linguagem. As falas dos estudantes e professores são enunciados carregados de informações, algumas mais e outras nem tão evidentes assim, que se levadas à reflexão podem contribuir para um processo de ensino e aprendizagem, em todos os sentidos, mais eficaz. Ao estudante deve, portanto, ser garantida a existência do diálogo. Neste contexto,

o enunciado - oral e escrito, primário e secundário, em qualquer esfera da comunicação verbal - é individual, e por isso pode refletir a individualidade de quem fala (ou escreve) (BAKHTIN, 2015).

Para o filósofo russo, o próprio locutor é um agente de resposta no diálogo pois:

[...] não é o primeiro locutor, que rompe pela primeira vez o eterno silêncio de um mundo mudo, e pressupõe não só a existência do sistema da língua que utiliza, mas também a existência dos enunciados anteriores - emanantes dele mesmo ou do outro - aos quais seu próprio enunciado está vinculado por algum tipo de relação (fundamenta-se neles, polemiza com eles), pura e simplesmente ele já os supõe conhecidos do ouvinte. Cada enunciado é um elo da cadeia muito complexa de outros enunciados. O ouvinte dotado de uma compreensão passiva, tal como é representado como parceiro do locutor nas figuras esquemáticas da lingüística geral, não corresponde ao protagonista real da comunicação verbal. O que é representado é o elemento abstrato do fato real da compreensão responsiva ativa em seu todo, geradora de uma resposta (resposta com que conta o locutor) (BAKHTIN, 2015, p. 291).

Além das falas dos sujeitos desta pesquisa, a teoria bakhtiniana será fundamental na análise da canção de Gilberto Gil. Para Bakhtin, tudo é texto. Desde um conto, um poema ou até mesmo uma escultura ou tela são amostras textuais. Se pensarmos na música, os elementos que nos permitem interpretar ou sentir vão muito além dos versos que a compõem. A melodia, as pausas, a entonação, a intensidade sonora, o ritmo, dentre outros, são também elementos deste gênero do discurso. Da mesma maneira, é impossível analisar uma canção sem levar em consideração os aspectos sociais e históricos, bem como a trajetória artística e de vida do compositor.

## II.1. PERCURSO METODOLÓGICO

A intervenção, ora descrita, foi aplicada em uma turma do primeiro semestre do curso médio técnico integrado de um Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, composta por onze estudantes que ainda não haviam tido contato presencial com o ambiente escolar da instituição para a qual foram recém aprovados. Contexto este, decorrente da implantação de um ensino remoto emergencial ocasionado pela pandemia de Covid-19 que, à época, já durava quase dois anos, com mais de 620 mil óbitos no país e sem previsão de término.

Os encontros com estudantes eram semanais, via Google Meet, tendo uma hora e trinta minutos de duração. Também consideramos relevante descrever o fato de que os docentes e os estudantes já demonstravam cansaço e desânimo, circunstâncias dos cenários social, político e econômico, da falta de perspectiva de retorno ao ensino presencial e dos impactos na saúde mental de toda a comunidade escolar. Não eram incomuns os relatos de um processo de ensino-aprendizagem pouco estimulante e sem a preponderância do diálogo.

Lecionar, muitas das vezes, consistia em uma comunicação não biunívoca. O professor buscava, constantemente, manter contato, ainda que mínimo, com os quadradinhos inertes. O silêncio era ensurdecedor.

No primeiro encontro com a turma apresentamos o programa da disciplina (que consistia nos tópicos de cinemática e dinâmica) e buscamos construir uma atmosfera de aproximação entre os membros daquele grupo.

Conversamos sobre diferentes meios de transporte, discutimos sobre o momento histórico das grandes navegações e do achamento do Brasil. Foi declamado o poema *Mar português* de Fernando Pessoa. A escolha por tal abordagem se deu pela influência dos versos da canção de Gil que escolhemos para ser trabalhada no segundo encontro com a turma: *Antes longe era distante / Perto, só quando dava / Quando muito, ali defronte / E o horizonte acabava* (GIL, 1991). Interpretamos que a temática das grandes navegações cabia bem nesta passagem da música.

Após esse momento, propusemos algumas questões para que eles investigassem e trouxessem na próxima aula. Perguntamos: qual a distância percorrida, o tempo gasto, a rota e as dificuldades encontradas pela expedição marítima que culminou no achamento do Brasil? Solicitamos, também, que os estudantes trouxessem poemas, pinturas, cartas ou qualquer outro registro artístico ou histórico que abordasse a temática das grandes navegações.

No segundo encontro síncrono, os estudantes apresentaram os resultados das pesquisas realizadas e os conceitos de tempo, espaço, deslocamento e trajetória foram explorados de maneira que os próprios alunos chegassem à conclusão da velocidade média das embarcações naquela expedição marítima.

Ainda no segundo encontro com a turma, um dos estudantes nos apresentou o poema *O Navio Negreiro* (Alves, 2014). A vida no mar estava, naquele momento, exposta não mais por um viés eurocêntrico, mas sim pelos versos marcantes do Poeta dos Escravos.

Vislumbramos, de imediato, uma oportunidade ímpar de empregar o que é preconizado pelas das leis 10.639 (Brasil, 2003) e 11.645 (Brasil, 2008) que alteram a Lei de Diretrizes e Bases e estabelecem a obrigatoriedade do ensino da cultura afro-brasileira e indígena nas instituições públicas e privadas da educação básica.

Propusemos que desta vez os estudantes pesquisassem sobre as navegações das rotas da diáspora negra ou africana. Alteramos o rumo programado em nosso plano de aula e compartilhamos com toda a turma a interpretação do poema de Castro Alves feita por Caetano Veloso e Maria Bethânia (Veloso, 1997).

Para o encontro da semana seguinte foi pedido aos estudantes que ouvissem a canção *Parabolicamará* e que refletissem e pesquisassem sobre as seguintes questões:

- Quais trechos da música lhe remetem aos conceitos físicos de espaço e/ou posição?
- Quais trechos da música lhe remetem ao conceito físico de tempo?
- Quais trechos da música lhe remetem ao conceito físico de velocidade?
- Quais os valores aproximados das velocidades dos seguintes elementos presentes na canção de Gil: jangada, saveiro, avião, onda luminosa, raio (descarga elétrica atmosférica), impulso nervoso, som, ondas de rádio, vento e planeta Terra (velocidades de rotação e de translação).

Já no terceiro encontro, os estudantes apresentaram os resultados de suas pesquisas

e, juntos com o professor, foram maturando o processo de compreensão do conceito de velocidade média. A discussão a respeito das unidades de medida de tempo, distância e, sobretudo, de velocidade foi ampliada neste episódio.

Neste mesmo encontro virtual surgiu uma discussão, também não previamente planejada, sobre segurança no trânsito, mais especificamente a respeito da utilização do celular por motoristas.

### III. RESULTADOS

Dos onze alunos matriculados na turma, sete responderam às questões que foram propostas no primeiro encontro. Esse número tão reduzido de estudantes reflete os altos índices de evasão decorrentes da pandemia (Neri; Osorio, 2021).

Uma das estudantes, que chamaremos de aluna A, apresentou um tempo médio de 40 dias para a viagem de Portugal a Porto Seguro. Um rapaz, o aluno B, apresentou uma informação mais precisa, informando que a viagem comandada por Cabral durou 44 dias e, antes de chegar à Bahia, passou por Cabo Verde. Este estudante não possuía microfone e comunicava-se com o professor e com os colegas através do chat do serviço de comunicação por vídeo utilizado. Informou, também, que a distância percorrida foi de, aproximadamente, 6800 km.

É importante destacar que, para esta atividade, não foi tomada como primordial a exatidão das informações, já que o objetivo principal era trabalhar os conceitos de tempo e espaço para que os estudantes construíssem, em conjunto, o conceito de velocidade média.

Em um momento seguinte, a distância percorrida e o tempo gasto na viagem do achamento foram comparados com os atuais, em que os dois continentes são conectados via rota aérea em um tempo de, aproximadamente, 9 horas. Para realizar tal comparação, utilizou-se o Google Maps como ferramenta.

O professor questionou, então, qual a rapidez da viagem comandada por Cabral. O aluno B, prontamente, escreveu: 15 km/h. O professor pediu para que ele detalhasse o seu raciocínio. O estudante B, então, explicou: Conforme os dados, temos 6800 km percorridos em 44 dias. Sendo que 44 vezes 24 para saber a quantidade de horas. (sic).

A aluna C disse: Acho que é 154 km por dia. Estimulada a detalhar a sua resposta, a aluna afirmou que isso representava a velocidade da embarcação.

O aluno B, então, escreveu no chat: 6,41. Entendemos que ele refez a sua análise e concluiu que a velocidade de 15 km/h não era coerente.

O professor então questiona: Então vocês estão me dizendo que a velocidade de 154 km/dia é igual a  $v = 6,41$  km/h?

Não houve respostas por parte dos alunos. Neste momento, utilizando como recurso a lousa digital, o professor e os estudantes fizeram os cálculos e discutiram a respeito das variadas possibilidades para as unidades de velocidade. Foi nesse momento que eles foram apresentados ao fator de conversão de 3,6 nas mudanças de unidades de km/h para m/s e vice-versa.

Também foi realizada uma discussão a respeito da trajetória das embarcações e sobre a velocidade ter sido constante ou não. Neste momento, conjecturamos que os estudantes

puderam compreender melhor o conceito de velocidade média.

O professor destacou que antes de chegar ao Brasil, a expedição de Cabral passou por Cabo Verde e que isso impactou na duração da viagem e, conseqüentemente, no módulo da velocidade média. O professor utilizou a costumeira comparação com uma viagem em que, durante as paradas, o ônibus fica estacionado para que os passageiros possam se alimentar e destacou que esse tempo gasto deve ser considerado no cálculo da velocidade média.

Neste momento, os estudantes concluíram que a velocidade da travessia não foi constante e puderam compreender a diferença entre os movimentos uniforme e variado.

Análise semelhante foi desenvolvida quando o professor discutiu com os estudantes o caso de um velocista olímpico capaz de percorrer 100 m em um intervalo de tempo de 10 s e que desenvolve diferentes estágios de níveis de velocidade neste percurso.

Os alunos nos apresentaram alguns registros como a carta de Pero Vaz de Caminha, poemas de Fernando Pessoa, José Estevão e Luiz Vaz de Camões e, também, a pintura de Oscar Pereira da Silva denominada \*Desembarque de Pedro Álvares Cabral em Porto Seguro em 1500\*, apresentada na Figura 2:



**Figura 2:** *Quadro Desembarque de Pedro Álvares Cabral de Oscar Pereira da Silva. Museu Paulista USP. Disponível em: <<http://acervo.mp.usp.br>>. Acesso em 01 mai. 2024.*

Já no terceiro encontro virtual, dos onze alunos matriculados na turma, dez responderam às questões. Em relação aos valores aproximados das velocidades indagadas, todos os estudantes tiveram respostas coerentes após realizarem buscas em sites confiáveis.

Notamos que todos os estudantes que responderam às questões não sabiam o que era um saveiro. Percebemos isso pelos valores de velocidade que nos foram apresentados e logo compreendemos que eles estavam nos informando a velocidade máxima do automóvel homônimo. Iniciamos, então, uma busca da velocidade de uma embarcação, do tipo saveiro, e concluímos que possui maior rapidez que uma jangada. Fizemos então uma reflexão sobre o trecho da composição, em que Gil canta: De jangada leva uma eternidade / De saveiro leva uma encarnação / De avião o tempo de uma saudade (GIL, 1991).

Foi neste momento do encontro que o professor pôde analisar, sempre em conjunto com os estudantes, as magnitudes e as unidades de velocidade de cada um dos entes e grandezas que foram destacadas da canção de Gilberto Gil. Surgiram, na fala e nos trabalhos escritos dos estudantes, unidades como km/dia, km/s, cm/s e o nó, que é equivalente a uma milha náutica por hora (aproximadamente 1,85 km/h). Consideramos esse um ponto interessante, pois conseguimos contextualizar os módulos das velocidades utilizando unidades diferentes das comuns km/h e m/s.

O professor destacou a grande discrepância entre a velocidade das ondas eletromagnéticas e as outras velocidades pesquisadas pelos alunos. Os alunos estiveram, pela primeira vez, frente a uma das principais diferenças entre as mecânicas newtoniana e relativística.

O Quadro 1 apresenta alguns módulos e unidades de velocidades obtidas pelos estudantes em pesquisas diretas e rápidas em buscadores:

Corpo, grandeza ou fenômeno	Velocidade
Jangada	10 km/h
Saveiro (barco)	30 km/h
Saveiro (carro)	170 km/h (velocidade máxima)
Avião	700 km/h (velocidade de cruzeiro)
Onda luminosa	300.000 km/s ou $3 \times 10^8$ m/s
Ondas de rádio	300.000 km/s ou $3 \times 10^8$ m/s
Descarga elétrica (raio)	400.000 km/h
Impulso nervoso	10 cm/s até 1 m/s
Som no ar	337 m/s
Vento (calmaria)	0 km/h até 0,72 km/h
Vento fraco	Até 18 km/h
Vento moderado	19 km/h até 26 km/h
Vento forte	55 km/h
Vento muito forte	66 km
Furacão	33 km/h até 84 km/h
Rotação da Terra	1660 km/h
Translação da Terra (no periélio)	108720 km/h

**Tabela 1:** Velocidades pesquisadas pelos alunos.

*Fonte:* Os autores

Após a discussão sobre o conceito de velocidade média, também foi possível debatermos a questão do uso do celular no trânsito, simulando o tempo gasto por um motorista para pegar o smartphone, desbloqueá-lo e acessar um aplicativo de mensagens instantâneas. Após a estimativa do tempo de distração em relação ao trânsito, tendo como parâmetro a velocidade média permitida em uma rodovia localizada no Rio de Janeiro, foi estimulado que os estudantes calculassem a distância que o carro percorreria sem que o motorista tivesse percebido, já que sua atenção estava voltada para outra ação que não fosse dirigir.

Os estudantes demonstraram surpresa ao notarem que, se o condutor gastasse 7 s manuseando o celular e estivesse a 36 km/h, o carro percorreria 70 metros de distância. A 72 km/h, a distância seria de 140 m. A 144 km/h, 280 m.

Por fim, embasados nas informações que os estudantes trouxeram sobre as rotas da diáspora negra, realizamos uma discussão a respeito da disparidade entre os diferentes meios de transporte em que os negros escravizados e os brancos (inicialmente descobridores e posteriormente imigrantes) chegaram ao Brasil. Entretanto, o nosso debate não ficou concentrado nas diferenças entre trajetórias, velocidades e condições das embarcações, mas, sobretudo, focamos nossa análise na estruturalidade do racismo na sociedade brasileira. Suscitamos uma análise sobre a representatividade e a baixa presença de escritores, políticos, pesquisadores e cientistas negros com o devido destaque em nossa sociedade. Esta discussão se deu exatamente no novembro negro de 2021, mês em que Gilberto Gil foi eleito para a cadeira 20 da Academia Brasileira de Letras (Porto; Lourenço, 2021).

Os alunos apresentaram as principais rotas da diáspora. Trouxeram a informação de que os milhões de africanos que foram retirados de suas terras iniciaram uma viagem longa, insalubre e desumana que teve origem, principalmente, nas regiões de Guiné, Angola, Moçambique e Nigéria.

Os dados de distância e tempo informados não foram muito precisos. Tais navegações podiam levar até dois meses de duração em rotas entre 5000 km e 8000 km.

Os estudantes trouxeram versos de poetas africanos como Grazielle Freire, António Agostinho Neto e Noêmia de Souza. Esta última, considerada a mãe dos poetas moçambicanos.

Dentre as pinturas apresentadas pelos alunos, destacamos o quadro *Nègres a fond de calle* de Johann Moritz Rugendas.



**Figura 3:** *Quadro Nègres a fond de calle de Johann Moritz Rugendas. Fonte: Royal Museums Greenwich. Disponível em <<https://www.rmg.co.uk/collections/objects/rmgc-object-254986>>. Acesso em 01 mai. 2024.*

#### IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presença da Ciência e Arte, através da utilização da canção de Gilberto Gil, mostrou-se adequada e promissora na promoção da discussão de conceitos como tempo, distância, posição e trajetória, propiciando a construção de um processo, mais consistente, de ensino-aprendizagem de conceitos da cinemática.

A análise bakhtiniana dos enunciados dos estudantes permitiu a detecção dos avanços e das dificuldades de compreensão e aprendizagem desses estudantes.

O estímulo à investigação a respeito das viagens intercontinentais e dos meios de comunicação possibilitou, através da busca, coleta e interpretação dos dados, ganhos no processo de alfabetização científica desses estudantes. Os estudantes, juntos ao professor, puderam verificar a coerência das respostas e discutir a respeito das magnitudes e unidades de medidas.

A intervenção pedagógica proposta e aplicada permitiu a extrapolação da compreensão da grandeza velocidade, na medida em que foi elemento gerador da discussão de temáticas importantes como a segurança no trânsito e, também, o racismo estrutural presente na sociedade brasileira. A diferença entre as embarcações do descobrimento e das rotas da diáspora negra não estavam apenas no fator velocidade, mas, sobretudo, na relação de poder e opressão que se perpetua até os dias atuais. É sempre muito importante que nós, educadores, busquemos a plena aplicação da lei 10.639.

Por fim, apesar do contexto de ensino remoto emergencial em um cenário pandêmico, consideramos que, tal como esperávamos, a utilização da Ciência e Arte propiciou um cenário muito mais favorável ao processo de ensino-aprendizagem do que o tradicional, historicamente marcado pelo ensino baseado na testagem e com o protagonismo da matematização.

#### REFERÊNCIAS

ALVES, C. *O navio negreiro*. São Paulo: Panda Books, 2014.

ARAÚJO-JORGE, T. C. *et al.* CienciArte no Instituto Oswaldo Cruz: 30 anos de experiências na construção de um conceito interdisciplinar. *Ciência e cultura*, v. 70, n. 2, p. 25-34, 2018.

BAKHTIN, M. *Os gêneros do discurso*. In: BAKHTIN, M. *Estética da criação verbal*. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2015. p. 261-306.

BRASIL. Lei 10.639, de 09 de janeiro de 2003. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Poder Executivo, Brasília, DF, 10 jan. 2003. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/2003/110.639.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/110.639.htm)>. Acesso em: 23 jan. 2023.

BRASIL. Lei 11.645, de 10 de março de 2008. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Poder Executivo, Brasília, DF, 10 mar. 2008. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2008/lei/111645.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/111645.htm)>. Acesso em: 23 jan. 2023.

GIL, G. *Parabolicamará*. In: GIL, G. *Parabolicamará*. Rio de Janeiro: Warner Records, 1991. CD.

MORS, P. M. Alguns comentários sobre a linguagem em livros de física básica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 30, n. 2, p. 2101.1-2101.4, 2008.

NERI, M.; OSORIO, M. C. Evasão escolar e jornada remota na pandemia. *Revista NECAT-Revista do Núcleo de Estudos de Economia Catarinense*, v. 10, n. 19, p. 28-55, 2021.

PORTO, W.; LOURENÇO, M. Gilberto Gil é eleito como novo imortal da Academia Brasileira de Letras. *Folha de S. Paulo*, São Paulo, 11 nov. 2021. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/ilustrada/2021/11/gilberto-gil-e-eleito-como-novo-imortal-da-academia-brasileira-de-letras.shtml?origin=folha>. Acesso em: 24 nov. 2021.

RENNÓ, C. *Gilberto Gil: todas as letras*. São Paulo: Companhia das Letras, 2003.

ROOT-BERNSTEIN, B. *et al.* ArtScience: integrative collaboration to create a sustainable future. *Leonardo*, v. 44, n. 3, p. 192-192, 2011. <[https://muse.jhu.edu/pub/6/article/431858/pdf#info\\_wrap](https://muse.jhu.edu/pub/6/article/431858/pdf#info_wrap)>

SILVEIRA, F. L. *Velocidade média x velocidade escalar média*. Porto Alegre: Pergunte ao CREF, 2015. Disponível em: <https://cref.if.ufrgs.br/?contact-pergunta=velocidade-media-x-velocidade-escalar-media>. Acesso em: 19 jan. 2022.

SILVEIRA, J. R. A.; MALINA, R. F.; LANNES, D. Arteciência: um retrato acadêmico brasileiro. *Ciência e Cultura*, v. 70, n. 2, p. 46-55, 2018.

VELOSO, C. *O navio negreiro*. In: VELOSO, Caetano. *Livro*. Rio de Janeiro: Philips, 1997. CD.

VILAR, A. B.; RAMOS, K. S.; BARBOSA-LIMA, M. C. de A. Um oríkì do meu velho orixá: os diálogos entre ciência e arte na obra de Gilberto Gil. *Ciência & Educação* (Bauru), v. 28, p. 1-18, 2022.