



TRABALHANDO NARRATIVAS PARA ENSINAR CONHECIMENTOS
DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO

Antonio Domingos Junior

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Fundação Universidade Federal do ABC - UFABC no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora:
Profa. Dra. Graciella Watanabe

Santo André - SP
Dezembro de 2018

Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do ABC
Elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da UFABC
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Junior, Antonio Domingos
Trabalhando narrativas para ensinar conhecimentos de
física no Ensino médio / Antonio Domingos Junior. — 2018.

90 fls.

Orientadora: Graciella Watanabe

Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do ABC,
Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física -
MNPEF, São Bernardo do Campo, 2018.

1. Ensino de física. 2. Narrativas. 3. Capital Cultural. 4.
Educação. I. Watanabe, Graciella. II. Mestrado Nacional
Profissional em Ensino de Física - MNPEF, 2018. III. Título.

Este exemplar foi revisado e alterado em relação à versão original, de acordo com as observações levantadas pela banca no dia da defesa, sob responsabilidade única do autor e com a anuência de seu orientador.

Santo André, 02 de Janeiro de 2019.

Assinatura do autor: _____

Assinatura do orientador: Carolina Matos



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Fundação Universidade Federal do ABC
Programa de Pós-Graduação em Mestrado Nacional Profissional em
Ensino de Física
 Avenida dos Estados, 5001 - Bairro Santa Teresinha - Santo André - SP
 CEP 09210-580 - Fone: (11) 4996-3017
 ppg@ufabc.edu.br

FOLHA DE ASSINATURAS

Assinaturas dos membros da Banca Examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Antonio Domingos Junior, realizada em 10 de dezembro de 2018:

Graciella Watanabe

Prof.(a) Dr. (a) **Graciella Watanabe** (Universidade Federal do ABC) – Presidente

Lúcia Campos Costa

Prof.(a) Dr. (a) **Lúcia Campos Costa** (Universidade Federal do ABC) – Membro Titular

Marcelo Monteiro

Prof.(a) Dr.(a) **Marcelo Monteiro** (Universidade de São Paulo) – Membro Titular

Prof.(a) Dr. (a) **José Guilherme de Oliveira Brockington** (Universidade Federal do ABC) – Membro Suplente

Prof.(a) Dr. (a) **Rafael Cabreira Gomes** (Universidade de Brasília) – Membro Suplente

*À memória de Cicero Caetano
da Silva.*

Agradecimentos

Agradeço aos professores do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física que com muita dedicação compartilharam conosco seus conhecimentos e contribuíram para melhorar nossas práticas pedagógicas.

Registro um especial agradecimento ao Prof. Dr. Marcelo Oliveira da Costa Pires, presenciar sua força foi de grande inspiração e motivação.

A Profa. Laura Paulucci Marinho, coordenadora do MNPEF da UFABC, que, com seu olhar atento, esteve à disposição para nos ajudar nas mais variadas demandas acadêmicas e administrativas.

Devo profunda gratidão à Profa. Dra. Graciella Watanabe, não só por ter acreditado em meu trabalho e aceitado me orientar - e tê-lo feito com paciência, precisão, e dedicação inesgotáveis - mas também por contribuir para uma contundente mudança de paradigma em relação a maneira que passo a enxergar meus estudantes. Penso que suas contribuições com minha formação vão muito além do ensino de física e divulgação científica, perpassando por questões de militância social e pedagógica.

Agradecimentos especialíssimos à minha esposa Tais e minha filha Isadore, por todo amor, paciência, cuidados, compreensão e incentivo.

A minha mãe Elza e meu padrasto Cicero <<*in memoriam*>> visto que, se concluo hoje esta etapa, são eles os responsáveis por me ensinarem a persistir com a cabeça nas nuvens e os pés no chão.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

RESUMO

TRABALHANDO NARRATIVAS PARA ENSINAR CONHECIMENTOS DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO

Antonio Domingos Junior

Orientadora:
Profa. Dra. Graciella Watanabe

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Fundação Universidade Federal do ABC – UFABC, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Esta Dissertação propõe o uso de narrativas com o objetivo de contribuir para o ensino de física na educação básica. A proposição do texto é, principalmente, fornecer uma seleção de sugestões de músicas e textos literários que têm elementos da física em sua construção e, conseqüentemente, auxiliem a tornar as práticas pedagógicas produtivas, interdisciplinares, diversificadas e inclusivas.

Visando exemplificar a proposta, cada sugestão elencada está organizada em um quadro de análise que contém as características básicas da narrativa interpretada como as mais importantes, tais como: o tipo – se é música, literatura etc., título, autor, conteúdos de física que podem ser explorados, objetivos pedagógicos almejados, recursos didáticos necessários, trecho da obra de maior interesse e finalmente uma microanálise do texto em função de suas potenciais interpretações poéticas/científicas.

O produto educacional apresenta, a partir dos resultados da nossa experiência, modos de aplicar tais sugestões nos contextos de sala de aula.

Ainda, busca-se discutir o contexto cultural para melhor compreender o potencial das narrativas no processo de ensino e aprendizagem. Sendo assim, procuramos olhar a bibliografia de Pierre Bourdieu para nos apreendermos de alguns de seus mais importantes conceitos dentro da sociologia da educação, tais como *capital cultural*, *habitus* e *violência simbólica*.

Palavras-chave: Ensino de Física, Narrativas, Capital Cultural.

Santo André - SP
Dezembro de 2018

ABSTRACT

NARRATIVE WORK TO TEACH KNOWLEDGE OF PHYSICS IN HIGH SCHOOL

Antonio Domingos Junior

Orientadora:
Profa. Dra. Graciella Watanabe

Abstract of master's thesis submitted to Programa de Pós-Graduação da Fundação Universidade Federal do ABC – UFABC, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), in partial fulfillment of the requirements for the degree Mestre em Ensino de Física.

This dissertation proposes the use of narratives with the objective of contributing to the teaching of physics in basic education. The purpose of the text is mainly to provide a selection of suggestions of music and literary texts that have elements of physics in their construction and, consequently, help to make pedagogical practices productive, interdisciplinary, diversified and inclusive.

In order to exemplify the proposal, each suggestion listed is organized in a framework of analysis that contains the basic characteristics of the narrative interpreted as the most important, such as: the type - whether it is music, literature, etc., title, author, physical contents that can be exploited, desired pedagogical objectives, necessary didactic resources, the most interesting piece of work and finally a microanalysis of the text in function of its potential poetic / scientific interpretations.

The educational product presents, from the results of our experience, ways of applying such suggestions in the classroom contexts.

Also, we seek to discuss the cultural context in order to better understand the potential of narratives in the teaching and learning process. Thus, we try to look at the bibliography of Pierre Bourdieu in order to learn some of his most important concepts within the sociology of education, such as cultural capital, habitus and symbolic violence.

Keywords: Teaching Physics, narratives, cultural capital.

Santo André
December 2018

Sumário

Apresentação	9
Introdução	13
Capítulo 1: Capital Cultural	19
Capítulo 2: Narrativas no Ensino de Física e Ciências.....	25
Capítulo 3: Como inserir narrativas no ensino de física a partir das possibilidades encontradas nos currículos de ciências	33
Capítulo 4: Metodologia de pesquisa qualitativa	39
4.1 Delimitação e Formulação do problema	39
4.2 Pesquisa Bibliográfica	41
Capítulo 5: Narrativas Potencialmente Significativas	43
5.1 Física e Música	43
5.2 Física e Literatura	48
5.3 Física e Nanoarte.....	60
Capítulo 6: Propostas de uso de narrativas para o ensino de física.....	65
6.1 O Produto Educacional	66
6.1.1 Música	66
6.1.2 Literatura	71
6.1.3 Nanoarte.....	84
Capítulo 7: Aplicação do produto educacional em sala de aula	87
7.1 Produto aplicado: Literatura de Cordel	87
Capítulo 8: Resultados	95
Considerações Finais	107
Referências Bibliográficas	109
APÊNDICE A.....	117

Apresentação

O itinerário percorrido para construção deste texto está baseado em eventos que marcaram minha trajetória como professor de física para o ensino médio regular, educação de jovens e adultos, ensino fundamental, ensino técnico e pré-vestibulares. A principal motivação que me conduziu de volta aos bancos escolares, foi uma inquietação quanto às dificuldades por mim experimentada inerentes ao ensino de física para o ensino básico. Senti a necessidade de reciclar meus conhecimentos pedagógicos visto que estava em um momento de carência de respostas para continuar exercendo a docência com boa disposição.

É de conhecimento geral que, à luz dos resultados baseados em testes oficiais do governo, o ensino público vem obtendo resultados inferiores ao do ensino privado. Dados do SAEB de 2005 demonstram resultados desfavoráveis para as escolas públicas se comparada com as escolas particulares. (MORAES,2012).

Analisando os dados oficiais do INEP de 2005 a 2015, observa-se que, apesar de haver diminuído o desnível entre escola pública e privada, os resultados dos alunos das escolas privadas ainda se mostram superiores.

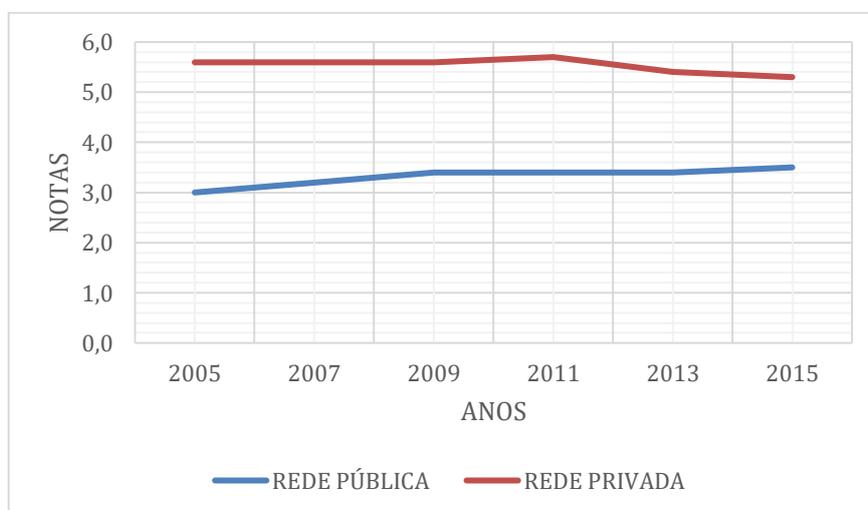


Figura 1 – Desempenho de alunos da rede pública e privada. Fonte: Elaboração própria com base em microdados do MEC/Inep (2005-2015)

Os dados anteriores estão, em certa medida, alinhados com minha experiência docente. Quando comecei a lecionar, o fiz concomitantemente na rede pública e particular. Através da minha experiência, em cerca de duas dezenas de colégios, pude constatar as diferenças entre a escola pública e privada tais como, número de aulas (enquanto nas particulares dispunha de 4 aulas por semana, na pública são reservadas 2 aulas por semana), infraestrutura (na particular dispunha de laboratório, sala de multimídia etc., na pública apenas a sala de aula, o giz e a lousa), defasagem de conteúdo (nos alunos da escola pública é mais evidente a falta de condições para aprendizagem) e, conforme as informações anteriores adiantaram, as notas dos alunos da escola pública eram, em média, inferiores.

Recém-formado, imbuído de sentimento de transformador social, de alfabetizador científico, de colecionador de futuros ex-alunos ganhadores de prêmio Nobel, me dispus a trabalhar bastante para entregar aos meus alunos da escola pública uma aula com mesma qualidade que eu disponibilizava aos alunos da escola privada. Ao longo dos anos tentei várias metodologias de ensino que dispunha. Além disso, procurava driblar a falta de recursos na escola pública com recursos pedagógicos alternativos, como o laboratório de baixo custo etc. Enquanto na escola particular conseguia visitar o show da física todos os anos, na pública era mais raro, pois faltava recurso para financiar o transporte (em algumas ocasiões tive que arcar com os custos por conta própria sob pena de não fazer a visita). No entanto, a despeito das minhas tentativas de nivelamento, foram poucas às vezes que posso afirmar ter conseguido o resultado esperado, devido, pensava eu, principalmente, ao desinteresse médio dos alunos pelas propostas apresentadas. Sendo assim, aquela sensação de fracasso profissional com os alunos da escola pública me levou a exonerar meu cargo de professor depois de cinco anos de exercício como docente concursado.

O “jogar a toalha” para escola pública e a conseqüente exoneração não me passou incólume, pelo contrário, me trouxe um sentimento de frustração bastante acentuado. Como um jovem nascido e criado na periferia de São Paulo, que teve que abandonar os estudos cedo para trabalhar, mas que conseguiu voltar a estudar e chegar ao ensino superior, nutria um sentimento de obrigatoriedade em fazer a diferença juntos aos estudantes das classes menos favorecidas (que são à grande maioria na escola pública). Como professor em

uma instituição pública, esta era minha oportunidade. Penso que fiz um esforço considerável para tal, mas como dito anteriormente, os resultados que observei foram aquém daquele sonhado. Como não se pode obter respostas diferentes fazendo as mesmas perguntas, a solução parecia ser voltar a estudar.

Paralelamente, fui professor de física durante 4 anos em um curso técnico de mecatrônica, na ocasião me parecia necessário aprimorar minha capacidade de contextualização, alinhando os conceitos físicos discutidos nas aulas às outras disciplinas do curso onde a física é aplicada, como por exemplo a eletrônica. Desta forma eu poderia, inclusive, obter maior engajamento por parte dos estudantes. De posse desta ideia, me matriculei na faculdade de tecnologia mecatrônica do Senai e cursei pós-graduação *lato sensu* em automação industrial.

O curso que mencionei, que foi criado para atender tecnólogos e engenheiros da área de mecatrônica (que combina principalmente mecânica com eletrônica), recebia um “estranho no ninho”, um professor de física de colégio interessado em descobrir nuances da aplicação da física em área tecnológicas e, conseqüentemente, ser capaz de pensar um currículo que melhor atendesse à clientela do curso técnico em mecatrônica. Pessoalmente o curso foi desafiador, pois eu não possuía as condições necessárias para compreender os debates, mas que já me ensinava uma lição bourdieusiana que eu nem imaginava que um dia viria a estudar, ou seja, o capital cultural que iremos discutir mais à frente.

Meu trabalho de conclusão do curso, sob o título de “Ensino de física utilizando elementos de automação como ferramenta” propõe um currículo que incorporaria algumas mudanças na estrutura curricular em relação à disciplina de física no ensino médio, visando atender as demandas de uma sociedade contemporânea que seja voltada para a aplicação da física no cotidiano, despertando maior interesse no estudante pela física e eventualmente, pelas as carreiras tecnocientíficas.

Importante salientar que nunca me enxerguei como um professor tecnicista, que visa ensinar o conteúdo à revelia de suas implicações sociais, não só na vida do aluno, mas em toda a sociedade. No entanto, eu nunca havia refletido efetivamente sobre os desdobramentos sociais da minha atuação docente a partir de uma perspectiva mais acadêmica, referenciada e embasada.

Contudo, à luz de novos saberes que adquiri, penso que na ocasião me faltava uma visão político-pedagógica mais refinada, ou seja, não é suficiente pensar em como ensinar melhor um conteúdo de um determinado currículo sem antes questionar se ele atende ao melhor interesse dos alunos e da sociedade, ou se, ao contrário, atendem a determinados grupos de interesse como, por exemplo: sistema S, Fundação Lemann, Grupo Kroton etc.

Sendo assim, passei a ver a escrita da dissertação como a ferramenta que me proporcionará apropriação de um arcabouço teórico necessário, não só para a escrita do trabalho *per se*, mas também como instrumento de reflexão e inflexão para minha prática pedagógica. O olhar através da lente sociológica de Bourdieu vai auxiliar na compreensão de alguns dos meus questionamentos, como por exemplo, os resultados tão díspares que obtive quando comparo a educação pública com a particular. Ou mesmo nas escolas particulares, o porquê de haver alunos que aprendem com tanta facilidade e outros, a despeito de seus esforços, terem maiores dificuldades.

Introdução

A profissão docente imputa diferentes práticas e dimensões sociais que influenciam tanto a escolha por tal profissão como a continuidade da carreira profissional. Para Paulo Freire, que começou a lecionar para conseguir dinheiro, a vocação veio *posteriori* à escolha profissional. Segundo o autor, “ser professor tornou-se uma realidade para mim, depois que comecei a lecionar; tornou-se uma vocação depois que comecei a fazê-lo”. (FREIRE, 1986, p.39).

Nesse contexto, pode-se apontar que ser professor requer apaixonar-se por sê-lo, e especialmente pelo produto de seu trabalho. No entanto, é importante que haja uma constante busca pelo saber e por frequente atualização. Ainda segundo Freire: “A responsabilidade ética, política e profissional do ensinante lhe coloca o dever de se preparar, capacitar...” (FREIRE, 2001, p.259). Contudo, não é incomum observamos as pessoas, profissionais da educação ou não, atribuindo ao ofício de ensinar, especialmente de áreas mais ligadas às ciências exatas e experimentais, uma atividade meramente tecnicista, potencialmente subordinada apenas a repassar o conhecimento produzido pelos cientistas. Ainda, não se pode ignorar que essa questão do *ser* e *fazer* docente perpassa pela formação do professor. Fourez (2003), ao apontar sobre a formação de professores de ciências coloca que “a formação dos licenciados esteve mais centrada sobre o projeto de fazer deles técnicos de ciências do que fazê-los educadores” (FOUREZ, 2003, p.111).

Compreendendo que ser professor não é uma vocação, mas uma profissão, e que sua missão inclui promover transformações, então não pode ser a de, simplesmente, transmitir os conteúdos do currículo, tal como faz um livro ou um professor que disponibiliza vídeo aula na internet. Ou seja, muito mais que se preocupar com as melhores metodologias de ensino, o professor deve ser um sujeito crítico quanto aos desdobramentos socioculturais que sua atuação provoca na vida dos estudantes, conseqüentemente, questionar qual a função social do currículo ao qual está a serviço. Caso contrário, poderá estar fadado a ser uma ferramenta, não de transformação social, mas sim de sua conservação, bem como de perpetuação de concepções e práticas pedagógicas

cristalizadas e tradicionais. Mas qual deve ser o ponto de partida para começar a refletir sobre currículo escolar?

O ponto de partida principal é conceber o campo do currículo como um campo de interesse e pesquisa de todo e qualquer docente. Deve ser visto como um campo a ser problematizado e questionado, pois ele está no cerne de disputas sociais e políticas. Obviamente que, decidir o que deve ser ensinado não é tarefa trivial pois depende de escolhas e estas escolhas são políticas. O que é priorizado ou privilegiado quando se escolhe uma determinada perspectiva de conhecimentos a serem contemplados implica em conduzir o estudante a uma formação pessoal adequada a um tipo de visão sociocultural. Para SILVA:

Qual é o tipo de ser humano desejável para um determinado tipo de sociedade? Será a pessoa racional e ilustrada do ideal humanista de educação? Será a pessoa otimizada e competitiva dos atuais modelos neoliberais de educação? Será a pessoa ajustada aos ideais de cidadania do moderno estado-nação? Será a pessoa desconfiada e crítica dos arranjos sociais existentes preconizada nas teorias educacionais críticas? A cada um desses modelos de ser humano corresponderá um tipo de conhecimento, um tipo de currículo (SILVA, 2017, p.15).

Nesse contexto, a atuação docente, que está lotado em instituições de ensino, e, conseqüentemente a serviço de um PPP (projeto político pedagógico), deve se engajar no debate quando de sua construção. Uma prática necessária é sempre fazer determinados questionamentos como: O que estou ensinando? Por quê? Qual a finalidade? Quais as motivações de ensinar um conteúdo em detrimento a outro? Quais critérios foram utilizados na escolha dos conteúdos curriculares? A quem atende formar cidadãos com um perfil de aprendizagem e não com outro? Há valores incorporados nos textos que utilizo? Os alunos farão o quê com o ensinado?

Em se tratando de boas práticas metodológicas que tenham potencial para nos auxiliar na apresentação de conhecimentos de física e que sejam próximos da realidade dos estudantes, o uso das narrativas tem se mostrado na literatura da área como uma importante opção a ser discutida. Narrativas são linguagens da cultura, assim como a própria física, tal como aponta Zanetic:

A física também é cultura. A física também tem seu romance intrincado e misterioso. Isto não significa a substituição da física escolar "formulista" por uma física "romanceada". O que desejo é fornecer substância cultural para esses cálculos, para que essas fórmulas

ganhem realidade científica e que se compreenda a interligação da física com a vida intelectual e social em geral (ZANETIC, 1990, p. 8).

O uso das narrativas permite ao estudante não apenas apreender os conhecimentos, mas também reescrevê-los de acordo com a sua realidade ou cultura. Tal aprendizado é deveras importante para o progresso da ciência, já que seus avanços estão condicionados a constante revisão e reescrita de modelos de acordo com as novas leituras de mundo que se fazem necessárias. Para Freire:

De alguma maneira, porém, podemos ir mais longe e dizer que a leitura da palavra não é apenas precedida pela leitura de mundo mas por uma certa forma de “escrevê-lo” ou de “reescrevê-lo”, quer dizer, de transformá-lo através da prática consciente (FREIRE, 2001, p.20).

É importante notarmos que quando tratamos do uso de narrativas em sala de aula, estamos nos referindo a materiais diferentes daqueles que são da rotina do estudante, tais como suas apostilas ou livros didáticos. Devemos nos valer de textos literários, poesia, música etc.

Contrastando com os textos alternativos, os livros didáticos de modo geral possuem duas características: são de uso exclusivo na escola, o que de certa forma os desincumbe de serem atraentes, interessantes e automotivantes para os leitores, tanto no que diz respeito à linguagem e forma de apresentação, como quanto ao próprio conteúdo; são textos que utilizam muito pouco a linguagem comum, enfatizando quase exclusivamente a linguagem formal e a metalinguagem, no uso excessivo de definições e fórmulas (SILVA; ALMEIDA, 1998; p.134-135 *apud* CAMPOS, 2011; p.26).

Bourdieu (2008a) aponta, nesse contexto, que “a linguagem é a parte mais inatingível e a mais atuante da herança cultural, porque, enquanto sintaxe, ela fornece um sistema de posturas mentais transferíveis, solidárias com valores que dominam toda a experiência (...)” (p. 56)

O contexto cultural, portanto, também deve ser mais bem tratado para melhor compreender o que se entende por narrativas. Partindo desses pressupostos o sentido de cultura e sua dimensão social se torna um meio importante para se apropriar de alguns conceitos dentro da sociologia da educação de Pierre Bourdieu. Assim, conceitos fundamentais extraídos de sua obra, como *capital cultural*, *habitus* e *violência simbólica*, nos ajudam obter respostas para importantes questionamentos, tais como: Porque muitos

estudantes, principalmente das classes mais desprestigiadas da sociedade, têm dificuldades de aprendizagem? Porque os modelos de ensino se mantiveram estanques em relação as transformações sociais? Quais, ou, de quem, são os interesses na manutenção de um sistema de ensino que fracassa com a grande maioria dos jovens brasileiros? As mudanças no ensino básico propostas pelo atual governo atendem à demanda brasileira por mudança de paradigma ou visa atender grupos de interesse alojados nas estruturas de poder?

Reconhecendo a amplitude desse debate, nesse trabalho, propomos pensar a partir de uma demanda específica que se equaciona a seguinte questão de pesquisa:

Como podemos ensinar conhecimentos da física a partir do uso de narrativas em salas de aula do ensino médio e, em que medida, essa estratégia pode aproximar o saber da física do contexto cultural dos alunos?

Partindo desse debate mais amplo, no quadro abaixo apresenta-se algumas considerações gerais sobre o desenvolvimento da presente pesquisa.

Quadro de coerência			
Aluno: Antonio Domingos Junior - MNPEF			
Pergunta de Pesquisa: Como trabalhar com narrativas para ensinar conhecimentos da física em aulas do ensino médio?			
Objetivo Geral: Compreender como a produção de textos podem ajudar alunos do ensino médio a aprenderem conceitos da física no ensino médio.			
Sujeitos da Pesquisa: Alunos do ensino médio			
Etapas da pesquisa			
Perguntas Norteadoras	Atividades	Sujeitos envolvidos	Resultados esperados
Como a área de ensino de física compreende a importância das narrativas em sala de aula?	Revisão sistemática da literatura em periódicos, teses, dissertações e livros.	Pesquisador	Apresentação das principais visões sobre o tema na área de ensino de física

Como selecionar ou reconhecer textos ou materiais que podem ter potencialidades para se trabalhar narrativas em sala de aula?	Selecionar materiais (textos, livros, músicas, poemas) com temáticas que abordem conceitos da física	Pesquisador	Lista com materiais potenciais para o uso de narrativas em sala de aula
Como trabalhar com narrativas para ensinar conhecimentos da física com alunos do ensino médio?	Propor atividades que utilizam as narrativas como práticas para aprendizagem em física	Aluno e Pesquisador	Atividades que utilizam narrativas para abordagem e aprendizagem em ensino de física
É possível encontrar outros espaços curriculares para utilizar as narrativas como práticas para ensinar física na sala de aula do ensino médio?	Debater o papel e as brechas nos currículos de ensino de física para trabalhar com narrativas nas aulas de física	Pesquisador /Professor	Listar diferentes conteúdos e metodologias que podem ser reconhecidos como práticas das narrativas
<p>Produto: Produzir atividades que utilizam as narrativas para aprendizagem da física no contexto do ensino médio através dos seguintes conjunto de produtos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Listagem de materiais e textos potenciais para se trabalhar com narrativas em aulas de física; 2. Apresentar atividades na perspectiva das narrativas para o ensino de conhecimentos da física; 3. Publicar materiais como lista de textos, livros e as atividades de narrativas. 			

Quadro 1 - Quadro de coerência.

Fonte: Castro (2017)

Capítulo 1: Capital Cultural

Pierre Bourdieu foi um cientista social do século XX que segundo Wacquant (2002) é “o cientista social mais citado no mundo” (WACQUANT *apud* NOGUEIRA, NOGUEIRA; 2006, p. 108). Seu trabalho, em sociologia da educação, intentou “(...)formular, a partir dos anos 60, uma resposta original, abrangente e bem fundamentada, teórica e empiricamente, para o problema das desigualdades escolares” (NOGUEIRA, NOGUEIRA; 2002, p.16). Analisar o ensino de física, ou de qualquer outra disciplina, no Brasil, sob a ótica social e cultural do autor pode ajudar a entender porque as estruturas educacionais atuais se mantêm inalteradas a despeito das ausências de resultados satisfatórios, especialmente nas classes mais pobres e menos cultas. Para Valle:

Pierre Bourdieu dedicou-se à análise do sistema de ensino (francês), evidenciando a distância entre a educação escolar praticada e o modelo preconizado pelas políticas educacionais. Seus estudos desencadearam uma crítica radical sobre os princípios da escola republicana. A escola se constituiu, portanto, no alvo privilegiado de algumas de suas principais obras (Os herdeiros, 1964; A reprodução, 1970; Homo Academicus, 1984; A nobreza de Estado, 1989) (VALLE, 2013, p.1)

Segundo os trabalhos de Bourdieu “um jovem da camada superior tem oitenta vezes mais chances de entrar na universidade que o filho de um assalariado agrícola” (BOURDIEU, 2008a, p. 41). Ou seja, simplesmente inserir um estudante pobre em um sistema educacional produzido para ser compreendido apenas pelos filhos da elite, não produz efeito positivo na formação deste jovem, pelo contrário, contribui para manutenção do *status quo*. O direito ao acesso à escola pode parecer oferecer igualdade de oportunidade a todos os estudantes, independente de classe social ou nível cultural, mas na realidade a escola conservadora, travestida de escola libertadora, favorece os alunos oriundos de famílias socialmente privilegiadas em detrimento aos filhos de famílias não pertencentes a essa classe social.

É provavelmente por um efeito de inércia cultural que continuamos tomando o sistema escolar como um fator de mobilidade social, segundo a ideologia da ‘escola libertadora’, quando, ao contrário, tudo tende a mostrar que ele é um dos fatores mais eficazes de conservação social, pois fornece a aparência de legitimidade as desigualdades

sociais, e sanciona a herança cultural e o dom social tratado como dom natural” (BOURDIEU, 2008a, p. 41).

Em sua teoria sociológica, segundo Valle (2013), Bourdieu mobilizou diferentes atores e conceitos para promover uma reflexão sobre o mundo social. No que tange a escola, o autor ainda procurou compreender como a relação educacional e o mundo externo a esse espaço estavam ligados.

Provavelmente um dos domínios mais influenciados por seu pensamento seja a educação, especificamente na sua forma escolar. Os estudos sobre a escola, que inspiraram a formulação de seus principais conceitos (habitus, campo, capital cultural, social, simbólico..., violência simbólica, distinção), multiplicaram-se e diversificaram-se, abrangendo a ação, a autoridade, o trabalho pedagógico. (VALLE, 2013, p.6)

A leitura da sociologia bourdieusiana para a recepção dos alunos nas escolas aponta que se formarmos um grande grupo de estudantes de uma série inicial, com crianças oriundas das mais variadas partes do país, diversos em termos de classes sociais, com pais de níveis culturais também diversificados, e os inserirmos em um contexto escolar de qualidade, com bons professores (prestigiados no mercado de trabalho educacional), com boa estrutura física e boa disponibilidade de recursos pedagógicos (recursos digitais, laboratórios etc.) e os expusermos a mesma oferta de ensino, ao final de um determinado ciclo não seriam obtidos os resultados das avaliações satisfatórias para todos os estudantes dos modos como compreendemos a avaliação no contexto formal. Em outras palavras, Bourdieu provoca a pensar se oferecer o ensino em igualdade de condições é suficiente para acabarmos com as diferenças de aprendizagem entre os estudantes.

Empiricamente muitos diriam que a resposta à reflexão anterior é não, e atribuiriam aos que fracassarem questões como inteligência pessoal ou dom natural para os estudos. No entanto, para Bourdieu, a questão é mais complexa e a hipótese do capital cultural vem explicar o sucesso ou o fracasso escolar em contextos como o supracitado. Conforme aponta o autor:

A noção de capital cultural impôs-se, primeiramente, como uma hipótese indispensável para dar conta da desigualdade de desempenho escolar de crianças provenientes das diferentes classes sociais, relacionando o “sucesso escolar” (...) à destruição do capital cultural entre as classes e frações de classe. Este ponto de partida

implica em uma ruptura com os pressupostos inerentes, tanto à visão comum que considera o sucesso ou fracasso escolar como efeito das “aptidões” naturais, quanto às teorias do “capital humano”. (BOURDIEU, 2008b, p.73)

Para compreender melhor tal conceito, aponta-se um indivíduo que faça sozinho uma viagem para um país cujo idioma e costumes desconhece completamente. Parece claro que este turista terá grandes dificuldades para desfrutar ao máximo sua estadia, absorver a cultura, a gastronomia etc. Assim o é para um estudante que adentra o sistema de ensino, mas que não domina o seu *ethos*, ou seja, o “sistema de valores implícitos e profundamente interiorizados, que contribui para definir, entre outras coisas, as atitudes face ao capital cultural e a instituição escolar” (BOURDIEU, 2008a, p. 41-42). Mas, se ao contrário, o turista pudesse dispor de um conhecimento básico do idioma, ou ainda um pouco dos costumes locais, poderíamos afirmar que sua viagem seria muito mais tranquila e proveitosa.

Para Bourdieu a educação formal não é acessível a todos os alunos como os sistemas de ensino vendem. Para ele, alunos oriundos das classes sociais mais favorecidas herdam, principalmente do seu contexto familiar, uma carga de capital de cultura que irá os posicionar em vantagem em relação aqueles que não as tem.

Para compreender os mecanismos meritocráticos que fundam o sistema de ensino e orientam as práticas pedagógicas, Bourdieu recorre a uma imagem utilizada na física “para explicar como a eficácia da segunda lei da termodinâmica poderia ser anulada” e compara a escola ao demônio de Maxwell: “à custa do gasto de energia necessária para realizar a operação de triagem, ele [o sistema de ensino] mantém a ordem preexistente, isto é, a separação entre os alunos dotados de quantidades iguais de capital cultural” (BOURDIEU *apud* VALLE, 2013, p.417)

De acordo com o pensamento iluminista francês, a cultura caracteriza o estado do espírito cultivado pela instrução. “A cultura, para eles, é a soma dos saberes acumulados e transmitidos pela humanidade, considerada como totalidade, ao longo de sua história” (CUCHE, 1999, p.21). Enquanto que o conceito de capital pode ser comparado com “uma espécie de moeda que propicia a quem o possui uma série de recompensas” (NOGUEIRA; NOGUEIRA, 2006, p. 35). Ao associar as palavras capital e cultura para cunhar a expressão

capital cultural, Bourdieu expande e a aplica ao contexto escolar de maneira precisa.

Para Bourdieu o capital se apresenta principalmente como: capital econômico (que são os recursos financeiros propriamente dito), capital social (que é a rede de relações que a família está inserida), capital simbólico (ligado ao prestígio social) e o capital cultural (dispositivos adquiridos pelos sujeitos através de seu meio social). (NOGUEIRA, 2002)

O capital cultural se subdivide em três estados: objetivado, que são as ferramentas materiais (onde o exercício do capital incorporado se manifesta), ou seja, em objetos, como por exemplo um quadro ou um instrumento musical. Incorporado, que é aquele imaterial, relacionado ao apropriar-se gradativo da capacidade de leituras do capital, tal como a capacidade de fazer a interpretação artística de um quadro ou de tocar um instrumento musical. Institucionalizado: Que se dá por meio de instrumentos de certificação de competência cultural como os diplomas. (BOURDIEU, 2008a)

Para Bourdieu, a aquisição de capital cultural pela criança está relacionada com o ambiente sociocultural que ela se desenvolve, pois, “a ação do meio familiar sobre o êxito escolar é quase exclusivamente cultural” (BOURDIEU, 2008a, p. 42.). Mesmo que não haja percepção por parte dos agentes, visitar museus, assistir a concertos musicais, assistir a peças teatrais, viajar etc., são alguns exemplos de atividades cotidianas comuns para as crianças oriundas de famílias pertencentes as classes socialmente privilegiadas. Tais atividades irão, pouco a pouco, contribuindo com a formação do capital cultural deste jovem. Conseqüentemente, uma criança que cresce em um ambiente que contenha os elementos formadores da chamada cultura boa, ou legítima, (arbitrário cultural) adquirirá por “osmose” as condições necessárias para facilitar sua aprendizagem dentro de uma escola que atende as demandas, as legitima e conserva esse sistema.

Já as crianças que não pertencem às classes dominantes e, conseqüentemente, não tiveram oportunidade de assimilar o capital cultural “legítimo”, mesmo que, sob a égide de uma escola democrática, possam acessar as mesmas escolas e receberem a mesma carga de ensinamentos e com a mesma metodologia de ensino, ficam a margem do sistema educacional. Para Bourdieu a escola, tal como está concebida, é um fator reprodução social pois

“tratando todos os educandos, por mais desiguais que sejam eles de fato, como iguais em direitos e deveres, o sistema escolar é levado a dar sua sanção às desigualdades iniciais diante da cultura”(BOURDIEU, 2008a, p. 53) que não se furta legitimar as desigualdades socioculturais, conseqüentemente, a escola não é justa, afinal demanda de todos os estudantes os mesmos conhecimentos sem levar em conta suas diferenças, principalmente, culturais. Nas palavras do próprio autor:

(...)para que sejam favorecidos os mais favorecidos e desfavorecidos os mais desfavorecidos, é necessário e suficiente que a escola ignore, no âmbito dos conteúdos do ensino que transmite, dos métodos e técnicas de transmissão e dos critérios de avaliação, as desigualdades culturais entre as crianças das diferentes classes sociais. (BOURDIEU, 2008b, p.53)

A questão tratada a partir desse trabalho impõe pensarmos em que medida o papel da escola pode ser representado dentro do currículo escolar. Nesse sentido, quais os fundamentos que definem aspectos de uma sociedade em que a escola possui aparato fundamental para a manutenção de alguns privilégios. Seria possível pensar no currículo como esse lugar privilegiado para construir um tipo de educação em que o arbitrário cultural poderia ser percebido no contexto dos conteúdos de ciências, em especial, da física? E como podemos tratar a cultura como um instrumento para a aprendizagem da ciência?

Capítulo 2: Narrativas no Ensino de Física e Ciências

Narrar é uma expressão humana que nos acompanha desde a nossa origem. As gravuras em pedra na época da caverna, os mitos difundidos por gerações, textos bíblicos, novelas de televisão, filmes, peças de teatro, música, notícias de jornal, gibi, desenho animado etc., são exemplos de narrativas. Ou seja, variadas são as possibilidades de narrar, podendo ser oral ou escrita, em prosa ou verso, com ou sem imagens. (GANCHO, 2006). Para Galvão, o significado de narrativa constitui-se:

(...) a partir da imbricação de três componentes: História – abrange as personagens envolvidas em determinados acontecimentos, num espaço e tempo determinados e possibilita uma primeira interpretação do que é contado; Discurso – forma específica como qualquer história é apresentada; Significação – uma interpretação de segundo nível que o ouvinte/leitor/espectador obtém a partir do inter-relacionamento da história e do respectivo discurso. (GALVÃO, 2005, p.328)

Bruner “afirma que organizamos a nossa experiência diária e a nossa experiência de acontecimentos humanos principalmente sob a forma de narrativa” (BRUNNER, 1991, *apud* Galvão, p.328). Já desde jovem, o indivíduo é capaz de produzir narrativas através de histórias, mitologias, e até mesmo narrativas das chamadas desculpas que se cria para fazer ou deixar de fazer algo. Os indivíduos adultos estão aptos a enxergarem o mesmo evento através de múltiplas lentes, muitas vezes chegando a resultados diferenciados. Galvão explica que:

Para Bruner (1991), narrativas são uma versão da realidade cuja aceitabilidade é governada mais por convenção e necessidade, do que por verificação empírica e requisitos lógicos, embora continuemos a chamar de histórias verdadeiras e falsas. E, tal como a nossa experiência do mundo natural tende a imitar as categorias da ciência familiar, a nossa experiência das relações humanas tende a tomar a forma das narrativas que usamos para as contar. Há aqui dois fenômenos difíceis de separar: o processo mental e o discurso que o exprime. Isto leva-nos à questão do significado da narrativa, isto é, “ao modo como a narrativa opera como instrumento do pensamento ao construir a realidade” (BRUNER, 1991, p. 6). Ou, como diz Carter (1993), “histórias com a sua multiplicidade de significados são uma forma de expressar o conhecimento que emerge da ação” (p. 7). Para Vygotsky (1979), tal como para Bruner (1986), a linguagem é um meio de exteriorizar o nosso pensamento sobre as coisas, e o pensamento é o modo de organizar a percepção e a ação. No seu conjunto,

linguagem e pensamento, cada um à sua maneira, refletem os instrumentos da cultura e da ação. (GALVÃO, 2005, p.329)

As pesquisas iniciais abrangendo o emprego das narrativas no Brasil datam do final da década de 90 e início do ano 2000, sendo que em educação, especialmente na formação docente, as pesquisas com narrativas vêm crescendo no Brasil (Souza, 2006). Nesse sentido, a pesquisa narrativa desponta “como uma nova metodologia tanto para as Ciências Humanas, quanto para as Sociais” (Cunha, 2009, p.5). Recentemente nossos pesquisadores têm se utilizado de narrativas de variadas formas e sendo empregues em múltiplos contextos (Galvão, 2005), evidenciando assim, sua importância no ensino. Catani aponta a respeito da pesquisa narrativa que:

O que se convencionou chamar de pesquisa narrativa, no campo educacional, enfatiza a variedade de práticas de investigação e formação assim agrupadas, como iniciativas que vêm se firmando no campo desde a década de 80, principalmente na Europa, e que deve muito às tentativas de recolocação do sujeito no centro das interpretações das ciências humanas.(CATANI 1997, p.20 *apud* Cunha, 2009, p.2)

É sabido que na rotina diária de sala de aula, muitos docentes deixam de se valer de determinadas estratégias pedagógicas devido à pouca familiaridade com elas, ou, simplesmente, por não conhecer seu potencial de aprendizagem. Especialmente no ensino da física, a aula expositiva dialogada, combinada com resolução de exercícios de vestibulares e com eventuais visitas ao laboratório de física se mantém, para muitos, como o conjunto das únicas estratégias pedagógicas eficientes. Para Ribeiro:

A literatura mais recente sobre currículos vem apontando uma tendência de se incluir e valorizar o uso de narrativas como recurso didático em sala de aula, não apenas nas aulas de línguas. Essa tendência é particularmente significativa para as disciplinas científicas, conforme argumentam Norris et al. (2005), Millar e Osborne (1998) e Doll Jr. (1997). Para estes autores, as narrativas deixam de ter um papel secundário como, por exemplo, variar a rotina do trabalho em sala de aula, e se constituem em eixos estruturadores de programas curriculares, favorecendo a apresentação de conteúdos científicos e de ideias sobre a Natureza da Ciência num contexto social, histórico e cultural mais amplo. (RIBEIRO, 2007, p.294)

Millar e Osborne (1998 *apud* Ribeiro, 2007, p.294) apontam que:

Ao criticar a ênfase excessiva no conteúdo que limita o estudo de componentes tais como a natureza da ciência, o papel da evidência científica e as maneiras pelas quais os cientistas justificam seu

conhecimento (...) defendem a ideia de que a educação científica deveria fazer uso muito maior de uma das mais potentes e penetrantes maneiras de se comunicar ideias: a forma narrativa. Além disso, afirmam que os currículos de Ciências deveriam ser estruturados tomando-se por base um conjunto de histórias que explicam e descrevem como o mundo funciona. (RIBEIRO, 2007, p.294)

Em se tratando do ensino de física (e ciências), narrativas que se relacionam com a História da Física, ou que contenham conhecimentos de física, possibilitam desempenhar uma comunicação mais contextualizada entre a atividade científica e outras atividades humanas (manifestações culturais especialmente), mas que é constantemente inexplorada. A direção aventada pelos Parâmetros Curriculares Nacionais/Ensino Médio (PCN/EM) nos anos 90 visavam valorizar a linguagem, a interdisciplinaridade e a contextualização dos conteúdos. As narrativas, através da linguagem, contribuem consideravelmente enquanto facilitador do diálogo interdisciplinar entre os vários assuntos. No PCN/EM encontramos que:

O conceito de interdisciplinaridade fica mais claro quando se considera o fato trivial de que todo conhecimento mantém um diálogo permanente com outros conhecimentos, que pode ser de questionamento, de confirmação, de complementação, de negação, de ampliação, de iluminação de aspectos não distinguidos. (BRASIL, 2000, p. 75)

Na construção do diálogo supracitado, responsável por sistematizar a correspondência entre os distintos conteúdos, é onde as narrativas podem se inserir. Sendo assim, pode se conferir as narrativas a atribuição de articulação entre conhecimentos mais amplos, interdisciplinares, com conhecimentos mais específicos e vice-versa. Gurgel e Watanabe (2017) destacam que, resumidamente, para autores como AVRAAMIDOU e OSBORNE as narrativas são formas de:

1. O professor apresentar o conteúdo de maneira mais compreensível ao aluno, comunicando ideias, tornando-as coerentes, memoráveis e significativas;
2. Incluir os alunos na discussão, tornando a ciência menos estranha a eles;
3. Os alunos comunicarem seus próprios conhecimentos científicos;
4. Desenvolver a comunicação em ambientes virtuais. (GURGEL e WATANABE, 2017, p. 28)

Para Bruner, como citam os autores, essas práticas culturais perpassam não somente a visão do contar histórias, mas também, de uma dimensão

reflexiva. Reflete um olhar para o mundo que passou por um processo de internalização do pensamento e das dimensões sociais que cada sujeito viveu. Como apontam:

Bruner (2002) define uma narrativa, independentemente de sua natureza, como uma dialética entre o que nós esperamos e o que se produz de fato. Para que haja uma história é preciso que algum evento imprevisto sobrevenha. Uma história, considera Bruner, é sensível a tudo que é contrário ao nosso senso de “normalidade”. Sendo esse um padrão geral das narrativas, o que define o tipo de história é a situação descrita e a solução dada ao impasse. (GURGEL e WATANABE, 2017, p. 31)

Em outras palavras, pode-se reconhecer que o papel da ciência nesse contexto é permitir que os sujeitos estejam em situações de reflexões e condições morais para escolher e contextualizar suas escolhas através do saber científico visto que se entende que “o ato de educar é uma forma de promover mudanças no sujeito, então as narrativas podem fazer parte desse trabalho” (GURGEL e WATANABE, 2017, p. 31). É, portanto, a possibilidade de construir novas práticas que tragam sentido aos estudantes. Calebrese Barton (1998) contextualizada nesse debate, aponta que:

(...) uma das razões para que os alunos se sintam distantes da Ciência é a forma rígida e fechada de sua veiculação nos processos de ensino aprendizagem. Os próprios livros didáticos, em geral, se limitam à apresentação de definições formais dos conceitos científicos e sua manipulação na forma de exercícios. (GURGEL e WATANABE, 2017, p. 19)

Tais práticas, como apontam os autores, já vem sendo tratadas por diferentes intelectuais e docentes em suas práticas educacionais. São representações do mundo literário como o uso das cartas de Kepler e Galileu como propostas de debates sobre a natureza da ciência de João Zanetic em seus cursos do ensino superior, como as inserções de textos literários como “O Espelho” de Guimarães Rosa e Machado de Assis de Viviane Alves Moraes nos cursos de física do ensino médio ou dos textos associados a ciências da natureza ficcionais ou não de Alexandre Bagdonas em suas propostas educacionais para o ensino superior e médio (Gurgel e Watanabe, 2017). São ações que possibilitam as práticas educativas de veiculam o saber da ciência em outras instâncias. Nesse contexto, o que parecem ter de aproximação entre essas propostas são:

(...) Como exemplo podemos citar a elaboração, pelos próprios alunos de textos sobre os conteúdos estudados. O processo de reformulação de determinado conjunto de ideias em sua própria linguagem é uma forma de fazer os estudantes reconhecerem esse conhecimento como seu, identificando-se com ele e legitimando sua produção. (GURGEL e WATANABE, 2017, p. 20)

Contudo, ainda é preciso delimitar o debate, propondo novas ideias que possam construir reflexões sobre os limites e potencialidades dessas discussões em sala de aula. Para Gurgel e Watanabe (2017) ainda, elaborar práticas explícitas que definam os modos como alunos estão compreendendo a ciência em suas diferentes manifestações intelectuais. Assim, apontam que

(...) é preciso questionar quais visões das ciências nós temos promovidos em sala de aula, quais delas podem gerar incompatibilidades culturais com os alunos e, finalmente, como podemos promover uma educação científica que supere esses obstáculos e que leve em conta a dimensão presente nos processos de ensino- aprendizagem. (GURGEL e WATANABE, 2017, p. 22)

Para tanto, é preciso pensar sobre os limites e considerações que possam subsidiar tais práticas, retomando que nem sempre o processo narrativo pode ser tratado como solução aos problemas educacionais em que "podemos dizer que mesmo a escrita científica destinada a não especialistas se dá de forma quase alheia à natureza de seu leitor, sem diálogo com ele."(GURGEL e WATANABE, 2017, p. 27).

Assim, retoma-se o debate questionando de que maneira a arte contribui para que a ciência se torne mais inteligível e prazerosa na apreensão dos saberes aos leigos e estudantes? Considerando que as narrativas são uma espécie de linguagem da arte, neste texto defendemos seu uso como um dos instrumentos para fazer a ciência dialogar com o processo de ensino aprendizagem dos estudantes através dessa sensível construção humana.

É importante refletirmos sobre como se estabelece o diálogo entre a ciência e a arte. Perceber onde convergem - ou divergem - esses domínios da cultura humana, de que forma os princípios, modelos teóricos e as aplicações tecnológica típicas da ciência são apreendidos pelos artistas como fonte de inspiração e, também, se a ciência se inspira na arte para produção de seus conhecimentos.

Obviamente que a arte, quando se relaciona com a ciência, não têm prioridade em desvendar ou promover conceitos científicos, nem tampouco esta se dá para ajudar a interpretar a primeira. No entanto, a arte pode funcionar como aliada da ciência, especialmente ajudando a tornar a ciência palatável e contribuindo com sua dimensão humanista e crítica. Em contrapartida, a ciência, com toda a sua grandiosidade produtiva tem potencial para efetuar grandes contribuições no fazer artístico. Uma análise na produção cultura mundial - nos filmes, literatura música etc. - demonstra que muito de sua inspiração advém da ciência.

Massarani, Moreira e Almeida (2006) discorrem sobre os muitos autores, filósofos, atores, entre outros, que já refletiram sobre as proximidades, as diferenças e as simetrias entre ciência e arte, tais como: Aristóteles, Leonardo da Vinci, William Blake, Johann Wolfgang von Goethe, Vitor Hugo, Hermann von Helmholtz, Thomas Huxley e Werner Heisenberg, Charles P. Snow, Thomas Kuhn, Jean-Marc Lévy-Leblond, Aldous Huxley, Stillman Drake, Mario Schenberg, Ciro Flamarion Cardoso, Edgar Allan Poe, Gustave Flaubert, Emile Zola, Augusto Zaluar, Fiódor Dostoiévski e William Faulkner, Affonso Romano de Sant'Anna, Marco Lucchesi, Samuel Edgerton, Bernardo Jefferson de Oliveira, Ildeu de Castro Moreira, Luisa Massarani, Francisco Ortega, João Zanetic, Arthur Miller, Mònica López Ferrado, Richard Taylor, Eduardo Kak (MASSARANI, MOREIRA e ALMEIDA, 2006).

Apesar de não ser comum, como já citado, as narrativas aparecem no ensino da física, e das ciências de uma maneira geral, através das mais variadas formas de expressão, tais com a música, a literatura e a poesia. Apesar da divulgação científica no Brasil datar do início do século 19, observa-se que ela fora mais consumida pela elite social e econômica. No entanto, podemos encontrar as narrativas com cunho científico em manifestações mais populares. Esses autores apontam:

Relatos de descobertas científicas, questões relacionadas à saúde pública e individual ou ao meio ambiente, episódios da vida de cientistas, descrições de acontecimentos astronômicos ou referências aos impactos da ciência e da tecnologia encontram espaço na literatura, na música, em ditos e provérbios populares. (MOREIRA, MASSARANI e ALMEIDA, 2005, p. 7)

Em suma, para esses intelectuais, as narrativas são parte importante da construção do conhecimento científico, seja na condição de um saber cultural sobre a ciência como a aquisição de conhecimentos ditos específicos. Podem, assim, instituir práticas educativas que conduzam a formação plural dos alunos, em especial, nas aulas de física, propiciando novas metodologias e entendimentos sobre a importância desse saber aos alunos do ensino médio.

Capítulo 3: Como inserir narrativas no ensino de física a partir das possibilidades encontradas nos currículos de ciências

Antes de fecharmos esse trabalho, optou-se por trazer uma breve reflexão teórica acerca de alguns desafios que permeiam a inserção das atividades como as propostas nesse trabalho em sala de aula. Em geral, ao se deparar com atividades distintas das que os professores estão acostumados a lidar, os mesmos, acabam por reconhecer que o currículo não possui espaço para inserir mais atividades e metodologias. Esse tipo de concepção deve-se ao fato de que é necessário repensar a relação que os profissionais da área de ensino de física têm com o currículo.

Um olhar epistemológico para o desenvolvimento do currículo, e das teorias de currículo, pode ser um importante meio de iniciar a superação da visão de que documentos oficiais são instrumentos de formatação, sem, contudo, que o docente tenha espaços na escola e em suas aulas pra superação do que é imposto. Assim, teorias sobre currículo nos mostra que este é um campo político, de lutas, disputas de classe que, pressionados pelos interesses dos diversos atores sociais, encerra por portar uma significância ideológica com potencial para determinar os rumos que uma sociedade inteira pode tomar. Façamos um breve panorama das teorias do currículo a partir da perspectiva de autores que abordam a origem do campo do currículo.

Tomaz Tadeu da Silva aborda importantes perguntas a respeito do currículo, tais como: O que é uma teoria do currículo? Onde começa e como se desenvolve a história das teorias do currículo? Quais são as principais teorias do currículo? O que distingue as teorias tradicionais das teorias críticas e pós-críticas? (SILVA, 2017. p.11)

A noção mais geral de currículo é aquela que o reduz a um conteúdo ou ao conjunto de disciplinas ensinadas em um curso, é o chamado “currículo como matéria de ensino” (SAYLOR e ALEXANDER p.2-7 *apud* MOREIRA, 1986. p.2). No entanto, essa é uma definição, que apesar de ser amplamente difundida e aplicada, é simplória e desprovida de uma compreensão mais crítica que uma

análise nas teorias de currículo pode apontar. Para Moreira e Silva (2005) currículo é:

(...) um artefato social e cultural. Isso significa que ele é colocado na moldura mais ampla de suas determinações sociais, de sua história, de sua produção contextual. O currículo não é um elemento inocente e neutro de transmissão desinteressada do conhecimento social. O currículo está implicado em relações de poder, o currículo transmite visões sociais particulares e interessadas, o currículo produz identidades individuais e sociais particulares. O currículo não é um elemento transcendente e atemporal – ele tem uma história, vinculada a formas específicas e contingentes de organização da sociedade e da educação. (MOREIRA; SILVA, 2005, p. 7-8).

Qual a compreensão de teoria do currículo? Para Tomaz Tadeu da Silva, definições não apontam a essência do currículo: “uma definição nos revela o que uma determinada teoria pensa que o currículo é” (SILVA, 2017, p. 14). Para o autor, mais importante que as definições são questões que as teorias do currículo confrontam, tais como: quais conhecimentos devem ser ensinados e que identidades os estudantes devem construir?

O estudo sobre currículo como um campo especializado se origina nos Estados Unidos a partir de 1918 como o lançamento do livro de John Franklin Bobbit: *The curriculum*. A partir deste marco se discorrem duas vertentes. A de Bobbitt, conservadora, que visava equiparar a educação com a metodologia industrial com base no princípio da administração científica de Frederick Taylor, e a de John Dewey, mais progressista, que se preocupava com a construção da democracia liberal e considerava relevante a experiência das crianças e jovens. No entanto, a “influência de Dewey não iria se refletir da mesma forma que a de Bobbitt na formação do currículo como campo de estudos” (SILVA, 2017, p. 23).

A perspectiva de Bobbitt olha para a educação como uma atividade dada pelas demandas profissionais da vida adulta, o currículo neste contexto é meramente tecnocrático. Essa concepção encontra embasamento no livro de Ralph Tyler “Basic Principles of Curriculum and Instruction” publicado em 1949 “que se tornam decididamente estabelecidos em torno da ideia de organização e desenvolvimento” (SILVA, 2017, p. 25)

Com as agitações e transformações sociais da década de 1960 se iniciam críticas as perspectivas tradicionais do currículo. Nos Estados Unidos “ a renovação da teorização sobre currículo parece ter sido exclusivamente chamado movimento de reconceptualização” (SILVA, 2017, p. 29). No entanto,

na mesma década, o tecnicismo no meio educacional vem a prevalecer no Brasil devido ao golpe militar, fruto de um Estado ditador e autoritário. Segundo Moreira,

A tendência tecnicista passou a prevalecer, em sintonia com o discurso de eficiência e modernização adotado pelos militares, e diluiu não só a ênfase às necessidades individuais da tendência progressivista, mas também as intenções emancipatórias das orientações críticas, incompatíveis com a doutrina da segurança nacional que passou a orientar as decisões governamentais. A preocupação principal passou a ser a eficiência do processo pedagógico indispensável ao treinamento adequado do capital humano do país. (MOREIRA, 2008. p.83).

O movimento de reconceptualização supracitado encontra paralelos na literatura inglesa, francesa e brasileira através de autores como Michel Young, Paulo Freire, Althusser, Bourdieu e Passeron, Baudelot e Establet. Observe que, enquanto que as teorias tradicionais não objetivam alterar o *status quo*, permitindo que o currículo trabalhe a favor da manutenção das estruturas sociais vigentes, as teorias críticas visam alterar os arranjos educacionais, cujo aplicabilidade implicaria em transformação social. Para Silva:

As teorias críticas desconfiam do *status quo*, responsabilizando-o pelas desigualdades e injustiças sociais. As teorias tradicionais eram teorias de aceitação, ajuste e adaptação. As teorias críticas são teorias de desconfiança, questionamento e transformação radical. Para as teorias críticas o importante não é desenvolver técnicas de como fazer o currículo, mas desenvolver conceitos que nos permitam compreender o que o currículo faz. (SILVA, 2017, p. 30)

Figuram entre os primeiros estudos da teoria educacional crítica o livro *A ideologia e os aparelhos ideológicos de Estado*, por Louis Althusser. Em sua teoria encontra-se que “a escola contribui para a reprodução da sociedade capitalista ao transmitir, através das matérias escolares, as crenças que nos fazem vê-la como boa e desejável” (SILVA, 2017, p.32). Na escola capitalista, de Bowles e Gintis, se “ênfatisa a aprendizagem, através da vivência das relações sociais da escola, das atitudes necessárias para se qualificar um bom trabalhador capitalista” (SILVA, 2017, p.32). Já em *A reprodução*, de Bourdieu e Passeron, o currículo se baseia na cultura prevalecente, o que faz com que estudantes das classes menos privilegiadas não contenham os princípios exigidos pela escola.

Em meados dos anos 70, nos Estados Unidos, William Pinar lideraria a I Conferência sobre Currículo, que partir daí, despontam duas vertentes críticas

no campo do currículo se contraponto às teorias de Bobbitt/Tyler. Uma de embasamento marxista, valendo-se, de Gramsci e da Escola de Frankfurt enfatizando “o papel das estruturas econômicas e políticas na reprodução social” (SILVA, 2017, p. 38) e outra de inclinação fenomenológica e hermenêutica enfatizando “os significados subjetivos que as pessoas dão às suas experiências pedagógicas e curriculares” (SILVA, 2017, p. 38).

O autor americano especializado em currículo Michael Apple, a partir de fundamentos centrais do marxismo, situa o currículo no núcleo das teorias críticas e o correlaciona às estruturas mais largas, desta forma o politizando. “Apple procurou construir uma perspectiva de análise crítica do currículo que incluísse as mediações, as contradições e ambiguidades do processo de reprodução cultural e social” (SILVA, 2017, p. 48). Moreira separa os trabalhos de Apple em duas fases. A primeira fase que vai até o início dos anos 90, se caracteriza por discutir a relação entre poder e cultura, e a segunda “Apple tenta mostrar que há uma relação entre o formato dos currículos (“pacotes curriculares”) impostos nas escolas americanas e a forma de controle nas relações de produção” (MOREIRA, 1989, p. 21)

O currículo através da noção de política cultural, de Henry Giroux, fala numa “pedagogia da possibilidade” (SILVA, 2017, p. 53) para sobrepujar as teorias de reprodução. O autor percebe o currículo através de concepções de emancipação e liberdade, afinal, para ele, a pedagogia e o currículo é um campo cultural de lutas, que inclusive, deixa claro, envolve os professores. “(...)os professores e as professoras não podem ser vistos como técnicos ou burocratas, mas como pessoas ativamente envolvidas nas atividades da crítica e do questionamento, a serviço do processo de emancipação e libertação” (SILVA, 2017, p. 54). Nas palavras de Giroux (2005, p.135):

Está no âmago da própria definição de pedagogia crítica a vontade coletiva de reformar as escolas e de desenvolver modos de prática pedagógica em que professores e alunos se tornem agentes críticos que questionem ativamente e negociem a relação entre teoria e prática, entre a análise crítica e o senso comum e entre a aprendizagem e a transformação social.

A autor brasileiro Paulo Freire em sua teoria pedagógica, não encerra sua análise em como a educação o é, e sim como careceria de ser. “Pode-se dizer que seu esforço de teorização consiste, ao menos em parte, em responder à

questão curricular fundamental: o que ensina?” (SILVA, 2017, p. 57). Sua posição em relação ao currículo está substanciada no que ele denomina de educação bancária. Para Freire:

Desta maneira, a educação se torna um ato de depositar, em que os educandos são os depositários e o educador o depositante. Em lugar de comunicar-se, o educador faz “comunicados” e depósitos que os educandos, meras incidências, recebem paciente-mente, memorizam e repetem (FREIRE, 1987. p. 57)

Além disso, Freire entende a pedagogia como dialógica, com educadores, especialistas e educandos contribuindo com a seleção dos conteúdos para edificação do currículo, ao contrário da educação bancária onde o papel ativo pertence ao educador e ao educando se reserva a recepção passiva. A Pedagogia freireana incentiva a transfiguração da educação bancária em transformadora. Através da problematização, a pedagogia pode instrumentalizar os oprimidos a se disporem politicamente, conhecer suas intenções, já que, “o conhecimento, para Freire, é sempre intencionado” (SILVA, 2017, p. 59).

A pedagogia dialógica implica que a construção do conteúdo programático deva ser um reflexo da própria experiência dos educandos, que por sua vez é a fonte dos temas significativos. Para Silva.

Ao menos em pedagogia do oprimido, Paulo Freire acredita que o conteúdo programático da educação não é uma doação ou imposição, mas a devolução organizada, sistematizada e acrescentada ao povo daqueles elementos que este lhe entregou na forma desestruturada”. (SILVA, 2017, p. 61).

Se contrapondo a chamada antiga sociologia a denominada Nova Sociologia da Educação (NSE), instituída por Michael Young nos anos 1970, tendo com origem foi o trabalho Knowledge and control: New Directions for the Sociology of Education, reúne vários artigos, cujos principais colaboradores destacam-se: o próprio Young, Basil Bernstein, Pierre Bourdieu, Geoffrey Esland e Nell Keddie. (Moreira, 2008). A NSE se preocupava em conhecer sobre os resultados desiguais produzidos pelo sistema educacional, especialmente o fracasso escolar dos filhos da classe operária. Em relação a antiga sociologia, Silva escreve que:

Por sua ênfase empírica e estatística, essa sociologia era chamada pelos críticos de “aritmética”. A principal crítica que a NSE fazia a essa

sociologia aritmética era que ela se concentrava nas variáveis de entrada (classe social), renda, situação familiar) e nas variáveis de saída (resultado dos testes escolares, sucesso ou fracasso escolar), deixando de problematizar o que ocorria entre esses dois pontos. (SILVA, 2017, p. 65).

Observa-se que a NSE mantém o apontamento a respeito do conhecimento escolar e da formulação do currículo se localizarem em campo de disputas de poder. Para Silva:

A NSE, no breve programa traçado por Young na introdução do livro (...), deveria começar por ver o conhecimento escolar e o currículo existentes como invenções sociais(...) deveria perguntar como essa disciplina e não outra acabou entrando no currículo, como esse tópico e não outro, por que essa forma de organização e não outra, quais os valores e os interesses sociais envolvidos nesse processo seletivo. (SILVA, 2017, p. 67).

Então, para uma concepção de currículo inspirada no programa da NSE, a construção de um currículo deve procurar representar também as tradições culturais dos grupos considerados dominados e não somente o dos grupos dominantes, bem como procurar retificar os diferentes valores dado às diferentes áreas do ensino. Enfim, “a perspectiva epistemológica central do conhecimento envolvido no currículo deveria ser, ela própria, baseada na ideia de construção social.” (SILVA, 2017, p. 69).

A partir dessa reflexão e diante das políticas de reforma do Ensino Médio e BNCC, podemos assentir a importância de encontrarmos brechas no que está posto para então poder gerar a oportunidade de ensinar a ciência como cultura. Assim, busca-se debater que o papel do currículo ao longo da educação básica se constitui como um lugar importante para pensar o que se é ensinado e, principalmente, como pode ser ensinado. Em especial, no que tange aos professores da escola, como eles podem se tornar um instrumento importante a ser conhecido para melhor adequar suas aulas e suas práticas cotidianas.

Capítulo 4: Metodologia de pesquisa qualitativa

Objetivando desvelar os nossos questionamentos e alcançar nosso objetivo proposto, esse trabalho foi desenvolvido através de uma abordagem qualitativa por meio de uma revisão bibliográfica e articulada com um trabalho de campo. A revisão bibliográfica nos forneceu um olhar sobre o currículo de ciências e seus impactos no ensino de física e, também, a respeito da sociologia de Pierre Bourdieu, que nos ajudou a interpretar os dados do trabalho de campo sob a ótica de conceitos como Capital Cultural.

Uma das etapas da pesquisa, a de aplicação da proposta de trabalhar com narrativas para ensinar conhecimentos de física, dar-se-á em colégio privado situado no município de Santo André, pertencente a região do ABC no estado de São Paulo, que atende todos os ciclos do ensino básico. A instituição escolar possui um contingente de 1300 funcionários e atende a um alunado que em média possui perfil socioeconômico de classe B¹, mas que fornece uma determinada quantidade de bolsas de estudo, o que faz com que possua no seu corpo discente alunos da classe C².

A proposta foi aplicada em duas turmas de 1ºEM abarcando um total de 81 estudantes. O conteúdo contemplado durante o estudo foi de Movimento Circular Uniforme (MCU) e também as leis de Newton, cuja metodologia principal da instituição é o uso de sistema apostilado UNO.

4.1 Delimitação e Formulação do problema

Como discutimos anteriormente, o problema da falta de engajamento por parte dos estudantes nas aulas de física requer do docente uma miríade de estratégias metodológicas para fazer com que seu estudante permaneça motivado e o professor consiga exercer sua atividade com prazer e obtenha resultados satisfatórios. Importante salientar que para a delimitação dessa questão sabemos que a resposta não comparece de maneira precisa como em

¹ Segundo critério ABEP 2018, entende por classe B o grupo compreendido na faixa de renda entre R\$ 5.363,19 e R\$ 10.386,52.

² Entende por classe C o grupo compreendido na faixa de renda entre R\$ 1.691,44 e R\$ 2.965,69.

uma equação matemática. Para poder revisitar e reorientar suas práticas, é necessário que professor conheça bastante seu alunado, o contexto a qual ele está inserido, seus conhecimentos prévios e seu capital cultural. Para Chizzotti:

A delimitação do problema não resulta de uma afirmação prévia e individual, formulada pelo pesquisador e para a qual recolhe dados comprobatórios(...) A identificação do problema e sua delimitação pressupõem uma imersão do pesquisador na vida e no contexto, no passado e nas circunstâncias presentes que condicionam o problema. (CHIZZOTTI, 2010, p.81)

Para a elaboração do produto e a coleta dados realizamos uma atividade que consiste em solicitar aos estudantes a produção de uma narrativa que vise comunicar conhecimentos de física. A proposta encontrada neste trabalho é bastante abrangente sugerindo uma profusão de narrativas literárias e musicais como veremos mais adiante. No entanto, em nossa pesquisa de campo, delimitamos trabalhar com a produção da literatura de cordel dentro da temática de MCU e leis de Newton. Para isso, os alunos foram introduzidos ao conteúdo com uso da metodologia tradicionalmente praticada na instituição escolar, ou seja, principalmente com aulas expositivas com base em método apostilado, uso de animações e simulações e com atividades de experimentações em laboratório didático de física. Após esta abordagem inicial, os alunos são apresentados à proposta através de um exemplo de literatura de cordel cujo mote é comunicar conhecimentos de física de modo que se possa reconhecer como os estudantes estão compreendendo esses conhecimentos e seu uso correto em outros contextos que não associados às atividades formais da escola (provas ou listas de exercícios). Tal demanda é importante de ser explicitada, pois indica ao professor, também, como o aluno está compreendendo os conceitos de física que não sejam aqueles tratados de modo mecanizado em atividades tradicionais. Assim, a seguir são desafiados a produzirem seus próprios cordéis que sejam também capazes de comunicar e ensinar os conteúdos trabalhados.

O término da pesquisa de campo se deu através da avaliação objetiva por parte do docente, da devolutiva, da retomada de conceitos percebidos equivocados, da socialização entre os próprios estudantes e junto à comunidade escolar.

4.2 Pesquisa Bibliográfica

Para a seleção das narrativas potencialmente significativas para serem utilizadas em sala de aula de física, foi utilizada a metodologia de pesquisa bibliografia direcionada ao tema estudado.

A pesquisa bibliográfica, enquanto ferramenta de aquisição de dados, posiciona o pesquisador em uma situação privilegiada visto que possibilita que ele parta de pontos já experimentados, conferindo, assim, os rudimentos fundamentais de sua pesquisa. Para Fiorentini e Lorenzato a pesquisa bibliográfica:

É aquela que se faz preferencialmente sobre documentação escrita. (...) Esse tipo de pesquisa é também chamado de estudo documental. Os documentos para estudo apresentam-se estáveis no tempo e ricos como fonte de informação, pois incluem: filmes, fotografias, livros, propostas curriculares, provas (testes), cadernos de alunos, autobiografia, revistas, jornais, pareceres, programas de TV, listas de conteúdos de ensino, planejamentos, dissertações, ou teses acadêmicas, diários pessoais, diários de classe, entre outros documentos. (FIORENTINI, LORENZATO 2012, p. 102-103)

Nesse sentido, foi feita uma pesquisa bibliográfica com vistas a identificar as narrativas que podem cumprir também a função de comunicar conhecimentos de física. Ao lançar mão das manifestações culturais para este fim, poderíamos incluir em nossa busca o cinema, o teatro e até a dança. No entanto, nos concentramos na música, na nanoarte e na literatura, em especial, na literatura de cordel, por julgarmos que melhor se relaciona com a nossa proposta.

Capítulo 5: Narrativas Potencialmente Significativas

A partir da pesquisa, foram selecionados nesse trabalho uma coletânea de narrativas potencialmente significativas para comunicar conhecimentos de física. Essas categorias serão apresentadas de modo a contextualizá-las teoricamente, tratando algumas concepções provenientes das pesquisas em ensino de ciências e áreas correlatas. Em seguida, apresenta-se trechos dessas narrativas com breve reflexão sobre sua potencialidade como atividade para o ensino de física. Assim, primeiramente traremos uma coleção de músicas, seguido por textos literários, e finalmente uma proposta sobre a denominada nanoarte.

5.1 Física e Música

É notório que a música é uma das manifestações culturais mais importantes para toda a humanidade e que está presente nos elementos que formam as sociedades. Seja no entretenimento, cerimônias, liturgias etc., a música é parte essencial da vida das pessoas, e, conseqüentemente, é uma ferramenta poderosa para nosso objetivo.

Mesmo que determinada canção não tenha sido criada com função de ensinar, ela pode ser usada para tal. Há, portanto, certa distinção a respeito dos usos e funções da música sendo que o modo como ela é utilizada pode caracterizar sua função. Segundo Merriam (1964, p.209 *apud* HUMMES, 2004, p.39) “o uso então se refere à situação na qual a música é aplicada em ações humanas; a função diz respeito às razões para seu emprego e particularmente, os propósitos maiores de sua utilização”.

Ainda de acordo com Merriam (1964, p.209 *apud* HUMMES, 2004, p.39-42) há dez categorias principais a respeito das funções sociais da música. São elas: expressão emocional, prazer estético, entretenimento, reação física, impor conformidade às normas sociais, validação das normas sociais e dos rituais religiosos, continuidade e estabilidade da cultura, para integração da sociedade,

representação simbólica e comunicação. As duas últimas funções aqui citadas nos dão uma dimensão da função da música em nosso objetivo. A respeito da função de representação simbólica:

Há pouca dúvida de que a música funciona em todas as sociedades como símbolo de representação de outras coisas, ideias e comportamentos sempre presentes na música. Ela pode cumprir essa função por suas letras, por emoções que sugere ou pela fusão de vários elementos que a compõem (Merriam,1964, p.209 *apud* HUMMES, 2004, p.41)

Quanto a função de comunicação:

Se refere ao fato de a música comunicar algo, não é certo para quem essa comunicação é dirigida, ou como, ou o quê. Para Merriam a música não é uma linguagem universal, mas, sim, moldada nos termos da cultura da qual ela faz parte. Nos textos musicais ela emprega, comunica informações diretamente àqueles que entendem a linguagem que está sendo expressa. (Merriam,1964, p.209 *apud* HUMMES, 2004, p.41)

Além de nos valermos das funções que a música disponibiliza no processo de ensino aprendizagem, temos o benefício de sua profunda relação com a matemática e a física. Para Moreira e Massarani:

A música é uma das artes mais ligadas à matemática e à física (...). Ela é uma arte escorada em medidas precisas, o que garante nova aproximação com a ciência, e tem uma base física importante: são os sons afinados pela cultura que a constituem (...). Se as descobertas científicas e os avanços técnicos estimularam mudanças e transformações na música em muitos aspectos, o oposto também se verificou (...). Em diversos períodos da história questões emanadas da música estimularam a investigação científica (...) alguns outros aspectos emergem nas suas relações com a ciência: a construção de instrumentos musicais, que guarda ligação direta com o conhecimento físico e tecnológico da matéria e da acústica; as relações profundas entre o tempo, um conceito central da ciência moderna, e a música, seus ritmos e frequências; o comportamento sonoro, que inspirou modelos para a descrição da luz e que possibilitou posteriormente avanços importantes nos meios de comunicação; as mudanças profundas que a ciência e a tecnologia possibilitaram na reprodução em massa das obras de arte, aqui incluída a música; as conexões culturais mais amplas, subjacentes tanto à música como à ciência, duas componentes da atividade criativa humana, individual ou coletiva. (MOREIRA, MASSARANI, 2006, p. 292)

Voltando para o “uso” e “função” da música, o emprego que faremos objetiva implicar na função de contribuir com o ensino de conhecimentos de física. A seguir faremos uma seleção de algumas músicas de estilos musicais diversificados que tenham potencial para contribuir com o ensino de física. Nesta

etapa deste texto nos deteremos em reproduzir fragmentos das letras das músicas selecionadas e faremos uma breve descrição dos conhecimentos de física que a música remete.

5.1.1 Sugestões de músicas para ensino aprendizagem de conteúdos de física

i. *Música*: Quanta; Autor: Gilberto Gil.

Observe que na letra da canção a seguir “ganhou espaço um conceito fundamental e complexo da física moderna: o quantum, introduzido por Planck como um artifício matemático no início do século XX, posteriormente estendido e tomado mais a sério por Einstein” (MOREIRA, MASSARANI, 2006, p. 297).

QUANTA

(GIL, 1997)

Quanta do latim Plural de quantum
 Quando quase não há
 Quantidade que se medir
 Qualidade que se expressar
 Fragmento infinitésimo
 Quase que apenas mental
 Quantum granulado no mel
 Quantum ondulado no sal
 Mel de urânio, sal de rádio
 Qualquer coisa quase ideal
 Cântico dos cânticos
 Quântico dos quânticos
 (...)

ii. *Música*: Outras frequências; Autor: Humberto Gessinger.

Na música “outras frequências” a parte reproduzida nos interessa pois, através de uma metáfora poética, faz alusão à grandeza física frequência. A canção pode ser útil para quando o docente estiver tratando de movimentos periódicos para o ajudar a introduzir conceitos como período, ressonância, batimento e a própria frequência,

OUTRAS FREQUÊNCIAS

(GESSINGER, 2004)

(...)

Mas nós vibramos em outra frequência
 Sabemos que não é bem assim
 Se fosse fácil achar o caminho das pedras
 Tantas pedras no caminho não seria ruim
 (...)

iii. *Música*: O segundo Sol; Autor: Nando Reis.

Sabemos que a chegada de um segundo Sol não é um evento provável. No entanto, se isso ocorresse o sistema solar seria realinhado. Portanto, nesta canção o docente pode dela se valer para quando estiver trabalhando conceitos relativos à lei da gravitação universal.

O SEGUNDO SOL

(REIS, 2001)

(...)

Quando o segundo Sol chegar
 Para realinhar as órbitas dos planetas
 Derrubando com assombro exemplar
 O que os astrônomos diriam se tratar de um outro cometa
 (...)

iv. *Música*: Uma noite e meia; Autor: Renato Rockett Marina Lima.

Este pequeno trecho desta música de autoria de Renato Rockett, mas que ficou conhecida na voz da cantora Marina Lima, pode ser explorado para trabalhar o conceito de calor. Reflexões sobre os diferentes sentidos dados ao conceito de calor e temperatura no cotidiano podem ser o estopim para debater a importância do saber específico para mobilizar o conhecimento da física como uma lente científica do mundo.

UMA NOITE E MEIA

(ROCKETH, 1987)

Vem chegando o verão
O calor no coração
Essa magia colorida
São coisas da vida
(...)

v. *Música*: Rio 40 graus; Autor: Fernanda Abreu.

Este outro pequeno trecho de música de autoria de Fernanda Abreu et al. pode ser explorado para introduzir o conceito de temperatura, podendo ser trabalhada em conjunto com a sugestão anterior.

RIO 40 GRAUS

(ABREU et al., 1992)

Rio 40 graus
Cidade maravilha
Purgatório da beleza
E do caos
(...)

Deve-se observar que algumas das escolhas anteriores têm em sua narrativa um olhar mais denso em relação à física que pretende representar, como, por exemplo, a música quanta que permite que os discentes se debrucem por mais tempo sobre sua narrativa, extraindo maior quantidade de conceitos do próprio corpo do texto. Outras cumprem uma função de serem mais curtas em relação aos conceitos que se pode extrair, cabendo neste caso ao docente intervir para que ramificações dos conceitos tomem forma, como por exemplo a música outras frequências que tem uma única palavra, frequência, que remete à física. Senso assim, o desafio do professor neste caso é ampliar a discussão para comunicar conceitos como período, ressonância, batimento e a própria frequência.

5.2 Física e Literatura

Julgamos que também a literatura é uma importante ferramenta narrativa para comunicar conhecimentos. De acordo com Cândido:

(...) nas nossas sociedades a literatura tem sido um instrumento poderoso de instrução e educação, entrando nos currículos, sendo proposta a cada um como equipamento intelectual e afetivo (...) A literatura confirma e nega, propõe e denuncia, apoia e combate, fornecendo a possibilidade de vivermos dialeticamente os problemas (CÂNDIDO, 1995, p.177)

Fazendo uma leitura mais superficial baseada no senso comum, poderíamos concluir que literatura e física se constituem em separado, talvez pelos aparentes contrastes entre a natureza de seus discursos. No entanto, na realidade “a literatura e a física habitam o mesmo ambiente cultural. Não só a física influencia a literatura como vice-versa” (MECKE, 2005, p.4). Zanetic esclarece que:

(...) essa temática volta a ter força teórica e prática envolvendo os mais variados aspectos e conteúdos, ora enfatizando a presença da ciência na literatura, ora analisando possíveis previsões científicas praticadas por grandes escritores: os escritores com veia científica e os cientistas com veia literária. Um exemplo recente é a proliferação de textos para teatro que abordam temas relacionados à física, como é o caso das peças *Einstein* e *Copenhague*, que alcançaram sucesso no Brasil na interpretação do grupo “Arte e Ciência no Palco”. Philip Ball, até há pouco tempo editor de ciências físicas da revista *Nature*, destaca que, além do conteúdo científico traduzido por meio de palavras, também as imagens geradas pela física podem ser exploradas no contexto dramático. (Zanetic, 2006, p.57)

Sobre a relação entre física e a poesia, Moreira esclarece que:

Ciência e poesia pertencem à mesma busca imaginativa humana, embora ligadas a domínios diferentes de conhecimento e valor. Na origem desses dois movimentos, as incertezas de uma realidade complexa que demanda várias faces que podem transformar-se em versos, em *gedankens* ou ser representados por formas matemáticas. (Moreira, 2002, p. 17)

Observemos que o acoplamento entre a Literatura e ciência comparece, em maior ou menor medida, na obra de diversos autores. Isso se torna evidente no trabalho do professor João Zanetic que faz um minucioso levantamento descritivo das contribuições de autores como: Edgar Allan Poe, Gustave Flaubert, Emile Zola, Augusto Zaluar, Fiódor Dostoiévski, William Faulkner,

Charles Percy Snow, Georges Snyders, Jacob Bronowski, Philip Ball, Ildeu de Castro Moreira, Gaston Bachelard, Paul Feyerabend, Francis Bacon, James Joyce, Thomas Mann, Friedrich Dürrenmatt, Gerald Holton, e até Monteiro Lobato. (Zanetic, 2006)

Devemos lembrar também que na literatura, em geral, conceitos científicos são constantemente invocados na forma de metáforas. Para Mecke, alguns que são recorrentes: “Magnético (no sentido de uma atração sinistra e animal, frequentemente significando amor), Salto quântico (no sentido de uma mudança superlativa) e Sinergia (no sentido de um misterioso fenômeno cooperativo)” (MECKE, 2005, p. 6). Quanto a estética observa-se que “Na física há a interpretação abstrata e matemática dos modelos físicos, enquanto na literatura há a compreensão pela linguagem metafórica” (LIMA; RICARDO, 2015, p.581).

Uma faceta da literatura que nos parece bastante interessante para investirmos, é a literatura de cordel. Tal gênero literário, além de ser componente característico da cultura popular brasileira, são acessíveis, poéticos, divertidos, há uma razoável coleção de textos com cunho científico já produzidos e, de grande importante para nosso objetivo, de factível reelaboração por parte dos estudantes. Quanto à sua origem:

A Literatura de Cordel é considerada uma invenção Ibérica, tendo surgido na Península Ibérica no século XVI. No início, muitos dos folhetos tratavam de assuntos históricos; na Espanha eram chamados de *Piegos Sueltos* e de Folhas Volantes em Portugal. As folhas soltas ou volantes eram comercializadas em feiras, praças, romarias e ruas. Tratava-se de um trabalho manuscrito a circular entre ouvintes/leitores que tinham o hábito da leitura em grupo(...).A Literatura de Cordel que chegou ao Brasil vem de Portugal e tem esse nome porque os folhetos ficavam expostos à venda pendurados em um Cordel ou barbante.(...) Embora não haja consenso sobre a origem da Literatura de Cordel no Brasil, muitos estudiosos, como Câmara Cascudo, atribuem ao paraibano Silviano Piruá de Lima (1848 – 1913) a idéia de rimar as histórias tradicionais. O ambiente sociocultural do Nordeste Brasileiro naquela época contribuiu para que a Literatura de Cordel surgisse com força. (BARBOSA; PASSOS; COELHO; 2011, p. 162)

Podemos verificar através de variadas publicações tais como artigos, teses, dissertações, TCC's, entre outros, que o ensino de física a partir da literatura de cordel não é inédito, já sendo discutido e experimentado em sala de aula com bons resultados. Podemos citar autores como: Barbosa; Passos; Coelho (2011), Lima (2013), Silva; Rafael; Nobre; Araújo (2017), Brito;

Fernandes; Meira (2017), dos Santos; Filho (2008); Rufino (2017), Almeida; Massarani; Moreira (2016).

Diante disso, podemos então empregar textos literários, integral ou parcialmente, para compor com os estudantes uma análise de um conhecimento em Física. Conseqüentemente, assim como fizemos com a música, nos deteremos em recortar trechos de obras onde faremos uma breve descrição dos conhecimentos de física que ela reporta.

5.2.1 Sugestões de textos literários para ensino aprendizagem de conteúdos de física

Começaremos nossa sugestão de narrativas literárias pelo conto denominados O Espelho, de Guimarães Rosa. O recorte do texto, reproduzido parcialmente na sequência, nos fornece uma possibilidade para se trabalhar conhecimentos da ótica. O uso deste conto como alternativa pedagógica já foi alvo de atividade em turma de 3º série do Ensino Médio (WATANABE e HOSOKAWA, 2016; GURGEL e WATANABE, 2017). Eles permitem ao professor trabalhar interdisciplinarmente com o professor de literatura e, além de extrair conhecimentos de física, trabalhar questões de ordem filosófica. A respeito de trabalhar com o conto, GURGEL e WATANABE apontam que “Para complementar uma discussão técnica sobre a formação de imagens em Óptica, o objetivo dessa atividade é trazer, por meio da literatura, uma discussão filosófica sobre o assunto” (GURGEL e WATANABE, 2017, p. 73).

i. Obra: O Espelho; Autor: Guimarães Rosa.

Se quer seguir-me, narro-lhe; não uma aventura, mas experiência, a que me induziram, alternadamente, séries de raciocínios e intuições. Tomou-me tempo, desânimos, esforços. Dela me prezo, sem vangloriar-me. Surpreendo-me, porém, um tanto à-parte de todos, penetrando conhecimento que os outros ainda ignoram. O senhor, por exemplo, que sabe e estuda, suponho nem tenha ideia do que seja na verdade — um espelho? Demais, decerto, das noções de física, com que se familiarizou, as leis da óptica. Reporto-me ao transcendente. Tudo, aliás, é a ponta de um mistério. Inclusive, os fatos. Ou a ausência deles. Duvida? Quando nada acontece, há um milagre que não estamos vendo.

Fixemo-nos no concreto. O espelho, são muitos, captando-lhe as feições; todos refletem-lhe o rosto, e o senhor crê-se com aspecto próprio e praticamente imudado, do qual lhe dão imagem fiel. Mas —

que espelho? Há-os "bons" e "maus", os que favorecem e os que de-traem; e os que são apenas honestos, pois não. E onde situar o nível e ponto dessa honestidade ou fidedignidade? Como é que o senhor, eu, os restantes próximos, somos, no visível? O senhor dirá: as fotografias o comprovam. Respondo: que, além de prevalecerem para as lentes das máquinas objeções análogas, seus resultados apoiam antes que desmentem a minha tese, tanto revelam superporem-se aos dados iconográficos os índices do misterioso. Ainda que tirados de imediato um após outro, os retratos sempre serão entre si muito diferentes. Se nunca atentou nisso, é porque vivemos, de modo incorrigível, distraídos das coisas mais importantes. E as máscaras, moldadas nos rostos? Valem, grosso modo, para o falquejo das formas, não para o explodir da expressão, o dinamismo fisionômico. Não se esqueça, é de fenômenos sutis que estamos tratando.

Resta-lhe argumento: qualquer pessoa pode, a um tempo, ver o rosto de outra e sua reflexão no espelho. Sem sofisma, refuto-o. O experimento, por sinal ainda não realizado com rigor, careceria de valor científico, em vista das irreduzíveis deformações, de ordem psicológica. Tente, aliás, fazê-lo, e terá notáveis surpresas. Além de que a simultaneidade torna-se impossível, no fluir de valores instantâneos. Ah, o tempo é o mágico de todas as traições... E os próprios olhos, de cada um de nós, padecem viciação de origem, defeitos com que cresceram e a que se afizeram, mais e mais. Por começo, a criancinha vê os objetos invertidos, daí seu desajeitado tatear; só a pouco e pouco é que consegue retificar, sobre a postura dos volumes externos, uma precária visão. Subsistem, porém, outras pechas, e mais graves. Os olhos, por enquanto, são a porta do engano; duvide deles, dos seus, não de mim. Ah, meu amigo, a espécie humana pelega para impor ao latejante mundo um pouco de rotina e lógica, mas algo ou alguém de tudo faz frincha para rir-se da gente... E então?

Note que meus reparos limitam-se ao capítulo dos espelhos planos, de uso comum. E os demais — côncavos, convexos, parabólicos — além da possibilidade de outros, não descobertos, apenas, ainda? Um espelho, por exemplo, tetra ou quadridimensional? Parece-me não absurda, a hipótese. Matemáticos especializados, depois de mental adestramento, vieram a construir objetos a quatro dimensões, para isso utilizando pequenos cubos, de várias cores, como esses com que os meninos brincam. Dúvida?

Vejo que começa a descontar um pouco de sua inicial desconfiança, quanto ao meu são juízo. Fiquemos, porém, no terra-a-terra. Rimo-nos, nas barracas de diversões, daqueles caricatos espelhos, que nos reduzem a monstregos, esticados ou globosos. Mas, se só usamos os planos — e nas curvas de um bule tem-se sofrível espelho convexo, e numa colher brunida um côncavo razoável — deve-se a que primeiro a humanidade mirou-se nas superfícies de água quieta, lagoas, lameiros, fontes, delas aprendendo a fazer tais utensílios de metal ou cristal. Tirésias, contudo, já havia predito ao belo Narciso que ele viveria apenas enquanto a si mesmo não se visse... Sim, são para se ter medo, os espelhos. (ROSA, 2008, p.119-121)

ii. Obra: O sonho de Einstein; Autor: Alan Lightman.

Escrito por Alan Lightman, físico e romancista, atualmente professor do MIT, este livro de 176 páginas pode ser utilizado, entre outras coisas, para tratar a questão do tempo nas teorias da relatividade. O livro é apresentado em breves

contos de temática constante: o tempo. A cada conto, o tempo físico porta-se de modo distinto com implicações na vida das pessoas. Interpolados aos contos, Einstein comparece em textos que remetem à sua vida, enquanto trabalhava no escritório de patentes em Berna. A seguir passamos a reproduzir enxertos da obra a título apenas de demonstrar como o conceito de tempo vai aparecendo no texto. Para uma completa compreensão recomendamos ler a obra na íntegra.

(...) Em alguma abóbada distante, um relógio de torre bate seis vezes e para. O rapaz deixa-se cair em sua escrivaninha. Ele veio para o escritório de madrugada, depois de mais uma convulsão. Seu cabelo está despenteado e as calças, grandes demais. Na mão, segura vinte páginas amassadas, sua nova teoria do tempo, que enviará hoje para a revista alemã de física. (...) (p.3)

(...) No longo e estreito escritório de Speichergasse, na sala cheia de ideias práticas, o jovem funcionário de patentes ainda está esparramado na cadeira, a cabeça sobre a escrivaninha. Nos últimos meses, desde meados de abril, ele tem sonhado muitos sonhos sobre o tempo. (...) (p.6)

(...) Estas três cadeias de eventos realmente acontecem, simultaneamente. Pois neste mundo, o tempo tem três dimensões, como o espaço. (...) (p. 21)

(...) Neste mundo, existem dois tempos. Existe o tempo mecânico e o tempo corporal. O primeiro é tão rígido e metálico quanto um imenso pêndulo de ferro que balança para lá e para cá, para lá e para cá, para lá e para cá. O segundo se contorce e remexe como uma enchova na baía. O primeiro não se desvia, é predeterminado. O segundo toma decisões à medida que avança. (...) (p. 24)

(...) Em algum momento do passado, cientistas descobriram que o tempo flui mais lentamente nos pontos mais distantes do centro da Terra. O efeito é minúsculo, mas pode ser medido por instrumentos extremamente sensíveis. Assim que o fenômeno foi constatado, algumas pessoas, desejosas de permanecerem jovens, mudaram-se para as montanhas (...) (p. 29)

(...) Subitamente seu coração dispara, ela enrubesce, anda ansiosamente de um lado para outro, fica feliz sem qualquer razão. Dias mais tarde, ela encontra um jovem e se apaixona. Não estão ligados os dois fatos? Mas que conexão bizarra os une, que distorção do tempo, que lógica invertida? (...) (p.40)

(...) Se o tempo e a passagem dos eventos são a mesma coisa, então o tempo mal se move. Se o tempo e os eventos não são a mesma coisa, então são só as pessoas que mal se movem. Se uma pessoa não tem qualquer ambição neste mundo, ela sofre sem saber. Se uma pessoa tem ambições, sofre sabendo, mas muito devagar. (...) (p. 47)

(...) Por outro lado, Besso acha que seu amigo pode ser capaz de qualquer coisa. O ano mal começou e Einstein já concluiu sua tese de doutoramento, terminou um estudo sobre os fótons e um outro sobre o movimento browniano. No início, o projeto atual era uma pesquisa sobre a eletricidade e o magnetismo, os quais, Einstein inesperadamente anunciou um dia. Exigiriam uma reconceituação do tempo. (...) (p. 51)

(...) Neste fim de tarde, nestes poucos momentos em que o sol está aninhado em uma depressão nevada dos Alpes, uma pessoa poderia sentar-se à beira do lago e contemplar a textura do tempo.

Hipoteticamente, o tempo pode ser liso ou áspero, espinhoso ou sedoso, duro ou macio. (...) (p. 61)

(...) Neste mundo, a passagem do tempo faz aumentar a ordem. Ordem é a lei da natureza, a tendência universal, a direção cósmica. Se o tempo é uma flecha, esta flecha aponta para a ordem. O futuro é padrão, organização, união, intensificação; o passado é acaso, confusão, desintegração, dissipação (...) (p. 66)

(...) Imagine um mundo em que não há tempo. Somente imagens. (...) (p. 73)

(...) Por que tanta fixação com velocidade? Porque neste mundo o tempo passa mais lentamente para as pessoas em movimento. Assim, todos se movem em alta velocidade, para ganhar tempo. (...) (p. 89)

(...) Suponhamos que o tempo não seja uma quantidade, mas uma qualidade, como a luminescência da noite sobre as árvores no preciso momento em que a lua nascente toca o topo das copas. O tempo existe, mas não pode ser medido. (...) (p. 120)

(...) Neste mundo, o tempo é uma dimensão visível. Assim como é possível olhar para longe e ver casas, árvores, picos de montanhas, que são marcos no espaço, é possível olhar em outra direção e ver nascimentos, casamentos, mortes, que são marcos no tempo, estendendo-se ao longe no futuro. E, assim como é possível escolher permanecer em um lugar ou correr para outro, é possível escolher o movimento que se faz pelo eixo do tempo. (...) (p. 131)

(...)— Acho que você terá êxito com sua teoria do tempo — diz Besso. — E, quando isso acontecer, nós vamos sair para pescar e você vai me explicar. Quando você ficar famoso, vai se lembrar que contou primeiro para mim, aqui neste barco. (...) (p. 143)

(...) Pois o tempo é como a luz entre dois espelhos. O tempo é rebatido para lá e para cá, produzindo um número infinito de imagens, de melodias, de pensamentos. É um mundo de incontáveis cópias. (...) (p. 162)

(LIGHTMAN, 1993)

iii. Obra: Poema para Galileu; Autor: Antônio Gedeão

Poema Escrito pelo físico, historiador, romancista e poeta Antônio Gedeão é um belíssimo texto que trata de parte da bibliografia do físico, matemático, astrônomo e filósofo italiano Galileu Galilei quando fora detido pela Inquisição da Igreja Católica. Vejamos um recorte do poema.

(...)

Eu queria agradecer-te, Galileo,
a inteligência das coisas que me deste.
Eu, e quantos milhões de homens como eu
a quem tu esclareceste,
ia jurar- que disparate, Galileo!
- e jurava a pés juntos e apostava a cabeça
sem a menor hesitação-
que os corpos caem tanto mais depressa
quanto mais pesados são.
Pois não é evidente, Galileo?

Quem acredita que um penedo caia
 com a mesma rapidez que um botão de camisa ou que um seixo da
 praia?
 Esta era a inteligência que Deus nos deu.
 Estava agora a lembrar-me, Galileo,
 daquela cena em que tu estavas sentado num escabelo
 e tinhas à tua frente
 um friso de homens doutos, hirtos, de toga e de capelo
 a olharem-te severamente.
 Estavam todos a ralhar contigo,
 que parecia impossível que um homem da tua idade
 e da tua condição,
 se tivesse tornado num perigo
 para a Humanidade
 e para a Civilização
 (...)
 (GEDEÃO, 2002)

iv. Obra: Alice no país do quantum; Autor: Robert Gilmore.

Livro Escrito por Robert Gilmore, professor de física na Universidade de Bristol, na Inglaterra que trabalhou também com física de partículas em Brookhaven, Stanford e no Cern, em Genebra. Inspirando-se na obra de Lewis Carroll, Alice no País das Maravilhas, o País do Quantum de Gilmore, é uma alegoria do mundo quântico². A obra traz uma oportunidade para iniciar os estudantes em física quântica, e de partículas, com uma narrativa acessível ao leitor que não é especializado, o que é uma vantagem em relação aos livros didáticos tradicionais que se valem de uma narrativa com ênfase no formalismo científico. Vejamos um pequeno trecho da obra.

(...)
 "Numa estação ferroviária, e claro", respondeu alegremente um dos elétrons (era muito difícil para Alice dizer qual deles tinha falado, pois todos eram muitíssimos parecidos). "Vamos pegar o trem de ondas para aquela tela que você vê. Você vai pegar depois o expresso fóton, acredito, se quiser ir mais longe."
 (...)
 (GILMORE, 1995, p.11)

² Para ler uma resenha desta obra visite: <http://www.comciencia.br/dossies-1-72/resenhas/alicequantum.htm>

- v. Obra: Pitelim e as Leis de Newton; Autor: Aatoria de Lima, J.; Sousa, J; Feitosa, S.

O primeiro cordel que iremos sugerir foi extraído do blog “afisicaemcordel.blogspot.com”. Segundo informações da página, os autores são um grupo de futuros professores de física em busca de transformar o ensino de física em mais atraente. Como o título deste cordel enuncia, ele trabalha as leis de Newton, portanto, é útil para o docente quando tratando deste conteúdo. Disponibilizaremos abaixo um recorte do cordel e recomendamos acessá-lo na íntegra na página dos autores.

(...)
 Lá no grupo o professor
 Começou logo a explicar
 Umas ta de Lei de Newton
 Mandou o moleque estudar
 Ele se agarrou aos livros
 E se pois a pesquisar

Quando chegou em casa
 O seu pai tava danado
 Ele tinha caído do burro
 Ficou todo arrebetado
 O bicho empancou de vez
 E pra frente ele foi jogado
 (...)
 (LIMA; SOUSA; FEITOSA, 2009)

- vi. Obra: Pitelim e o estudo das ondas; Autor: Aatoria de Lima, J.; Sousa, J.; Feitosa, S.

De mesma autoria da sugestão anterior, no entanto, agora o foco do cordel é no estudo das ondas. Vejamos um trecho.

(...)No caminho seu pai falou
 Como o tempo ta mudado
 Que hoje é tudo ligeiro,
 O povo é muito apressado.
 Depois perguntou a Ciba
 Como o som é gerado.

Ciba olhou pra Pitelim
 E disse com atenção

“O som é uma onda
 O qual possui vibração
 E foi mesmo assunto
 Que vi hoje na lição”
 (...)
 (LIMA; SOUSA; FEITOSA, 2013)

vii. Obra: O Estudo dos Fluidos; Autor: Aatoria de Lima, J.

Continuando com os exemplos retirados do blog “a física em cordel”. A próximo trata do estudo dos fluidos. Segue um recorte do texto.

(...)
 São os gases e os líquidos
 Que compõe esse estudo
 Hidrostática e hidrodinâmica
 Forma a mecânica dos fluidos
 Foi o grego Arquimedes
 Que começou isso tudo
 Hidrostática estuda o fluido
 Quando ele está em repouso
 Vai estudar a densidade
 Desse cabra genioso
 A massa específica, a pressão!
 E as manhas desse teimoso
 (...)
 Massa específica e densidade
 São conceitos intrigantes
 Um parece muito com o outro
 Vamos entender num instante.
 Massa específica é razão
 Da massa e volume dominante
 (...)
 (LIMA, 2009)

viii.Obra: Pitelim e o fantasma da eletricidade; Autor: Aatoria de Lima, J.;
 Moisés, J.; Feitosa, S.

Um último exemplo, daqueles retirados do blog “a física em cordel”, este cordel trabalha com conhecimentos de eletricidade.

(...)
 No sítio de Pitelim
 Num tinha iluminação
 Os menino era tão triste

No meio da escuridão
 De noite a luz que tinha
 Era aquela do Lampião
 (...)
 “Minha gente eu aprendi
 Que Energia não é criada.
 Desde o começo do mundo
 Ela vem sendo transformada
 Sem poder ser destruída
 Eita cabocla arretada”
 (...)
 Pra entender essa corrente
 Basta pensar numa mangueira
 Onde a água sai escorreno
 Numa grande corredeira
 Mai aqui são os elétrons
 Que agem dessa maneira
 (...)
 (LIMA; MOISÉS; FEITOSA, 2009)

Como dissemos anteriormente, há uma razoável disponibilidade de cordéis cuja poesia narra a ciência como pano de fundo. Para finalizar esta abordagem vejamos algumas publicações que são coletâneas de versos de poetas populares que elegeram como mote questões e fatos relacionados à ciência e a bibliografia de cientistas renomados

- ix. Obra: Cordel e ciência: A ciência em versos populares; Autores: Ildeu de Castro Moreira, Luisa Massarani e Carla Almeida.

Esta obra que contém 22 cordéis, fala sobre cientistas, espaço, saúde e meio ambiente.



Figura 2: Cordel e Ciência: A ciência em versos populares.
 Fonte: (MOREIRA; MASSARANI; ALMEIDA, 2005)

- x. Obra: *Corpos celestes: Ciência em versos de cordel - Copérnico – Galileu -Constelação*. Autor: Gonçalo Ferreira da Silva

Esta obra que contém 3 cordéis. Copérnico: vida e obra. Galileu Galilei: vida e obra e Constelação: retrospectiva científica e reflexões.

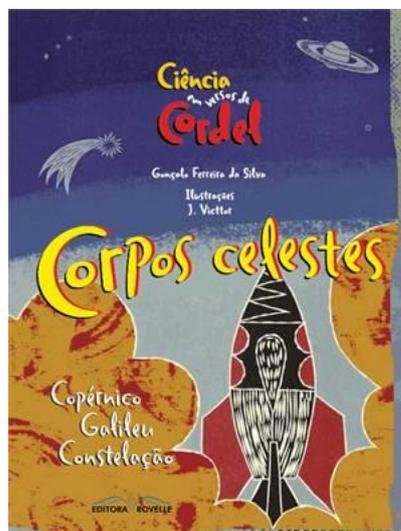


Figura 3: Ciência em versos de cordel - Corpos celestes.
Fonte: (SILVA, 2009)

- xi. Obra: *Astronomia: Ciência em versos de cordel - Kepler – Laplace -O Senhor dos Anéis*. Autor: Gonçalo Ferreira da Silva

Esta obra que contém 3 cordéis. Kepler: vida e obra. Laplace: momentos de um grande gênio e Senhor dos anéis.

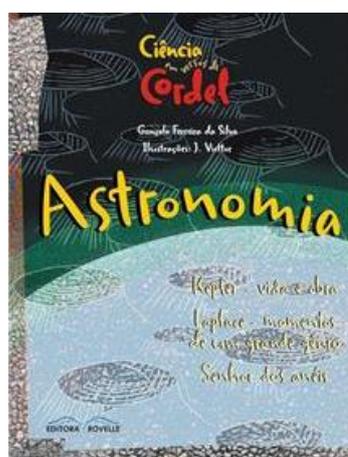


Figura 4: Ciência em versos de cordel – Astronomia.
Fonte: (SILVA, 2009)

- xii. Obra: Mecânica: Ciência em versos de cordel - Arquimedes – Isaac Newton. Autor: Gonçalo Ferreira da Silva

Esta obra que contém 3 cordéis. Arquimedes: o maior sábio das antiguidades e Isaac Newton.

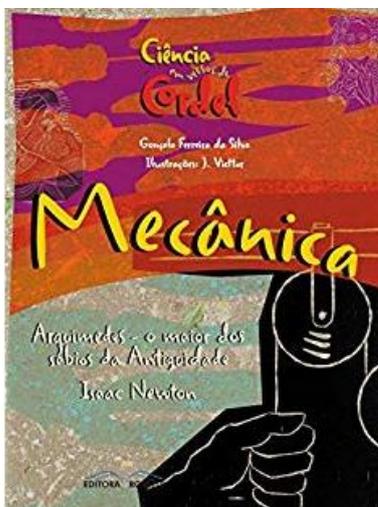


Figura 5: Ciência em versos de cordel – Mecânica.
Fonte: (SILVA, 2012)

- xiii. Obra: Da energia escura à luz que vem da sacada. Autor: Edmilson Santini

Esse livreto, que foi produzido com intuito de divulgar a ciência que é produzida no Observatório Nacional, é um excelente cordel para trabalhar diversos conhecimentos de cosmologia. Além disso, o texto está disponível online na plataforma do Observatório Nacional.

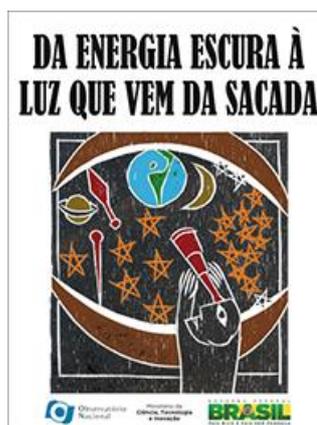


Figura 6: Da energia escura à luz que vem da sacada.
Fonte: (SANTINI, 2012)

5.3 Física e Nanoarte

A nanoarte é uma expressão recente da arte. Ela emerge como um subproduto da criação do microscópio de tunelamento por varredura (STM)³ que passou a permitir reproduzir a topografia de superfícies em escala nanométrica. De posse destas imagens, um artista efetua sua colorização passando a oferecer uma perspectiva dual - artística e científica. Rigolin e Santos (2012) esclarecem que:

Neste cenário de confluência de áreas do conhecimento e linguagens, identificamos a gênese de uma nova forma de representação híbrida, fruto da estreita ligação entre ciência e arte: a nanoarte. Nascido das pesquisas em nanoescala, este novo repertório imagético vem sendo construído por cientistas e artistas no intuito de desenvolver conhecimentos e poéticas atreladas às pesquisas com a nanociência e a nanotecnologia.(p.2)

A produção das imagens dos mapeamentos topográficos tridimensionais produzidas em um STM, aliadas a criatividade de um artista munido de técnicas para colori-las artificialmente e associá-la a algo que nos é familiar, chamam a atenção por sua beleza singular e traço intrigante. Observe a figura a seguir que exhibe a obra “Tenis bol silver nanoparticles” de Ricardo Tranquilin em dois momentos: a imagem original e a colorizada.

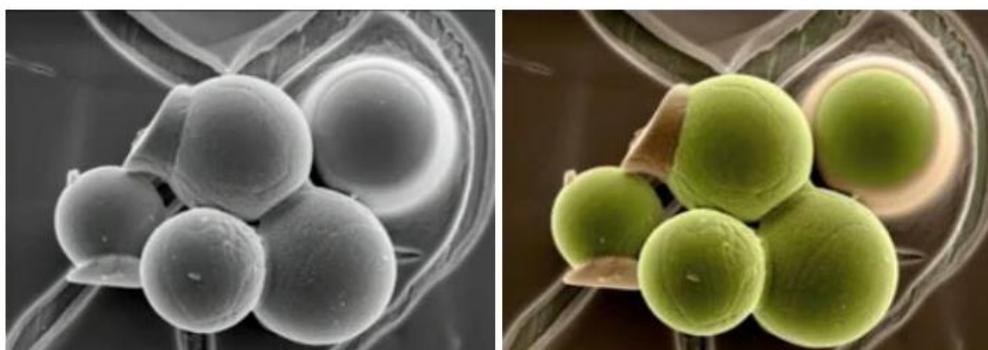


Figura 7: Tenis bol silver nanoparticles de Ricardo Tranquilin.

Fonte: (RIGOLIN; SANTOS, 2012, p.4)

A imagem anterior faz parte do projeto Nanoarte e foi desenvolvido no:

(...)Centro Multidisciplinar para o Desenvolvimento de Materiais Cerâmicos (CMDMC⁴), vinculado à Fundação de Amparo à Pesquisa

³ Iniciais da sigla em inglês: Scanning Tunneling Microscope

⁴ Visite: <http://www.cmdmc.com.br/nanoarte/videos.php>

do Estado de São Paulo (Fapesp) e ao Instituto Nacional de Ciência dos Materiais em Nanotecnologia (INCTMN) também apoiado pela FAPESP que tem sede na cidade de São Carlos/SP. (RIGOLIN; SANTOS, 2012, p.4)⁵

Visto que em nosso trabalho nos interessa explorar o potencial da Nanoarte para fins pedagógicos, podemos assinalar que um primeiro proveito didático óbvio advém da própria nanotecnologia e nanociência. Tópicos de física moderna, contemporânea, quântica etc., podem ser explorados a partir da nanoarte. Além disso, podemos destacar que há nela uma característica transdisciplinar, como apontam Rigolin e Santos:

Considerando a nanoarte como fruto dessa pesquisa de cunho transdisciplinar, seu potencial pedagógico é bastante amplo, sendo possível, por meio dela, o estudo de conteúdos relacionados a diferentes áreas do conhecimento, tanto das ciências naturais como das ciências humanas. A abordagem voltada para a análise estrutural e contextual das imagens de nanoarte pode ter como finalidade não somente a aprendizagem de conteúdos, mas o desenvolvimento de uma visão crítica em relação ao avanço desse campo de pesquisa e seus efeitos para a sociedade.(...) Essa condição abre espaço para um trabalho diversificado no qual conhecimentos ligados à Física, à Química e à Biologia, podem ser discutidos juntamente a questões socioculturais, éticas, econômicas, ambientais, etc. (RIGOLIN; SANTOS, 2012, p.6)

Analogamente ao que fizemos com a música e a literatura, iremos sugerir o uso desta forma de expressão artística, a nanoarte, para comunicar conhecimentos de física.

5.3.1 Sugestões de nanoarte para ensino aprendizagem de conteúdos de física

xiv. Obra: Nanoarte: A arte de fazer arte

O livro a seguir, lançado pelo Centro Para Desenvolvimento de Materiais Funcionais (CDMF⁶), é uma obra que contém uma coleção de imagens de nanoarte. Cada imagem vem com dupla legenda, uma informando o nome técnico do material reproduzido, e a outra, com viés artístico, pretende remeter

⁵ Internacionalmente há iniciativas, como por exemplo, o projeto nanoart21.org que, entre outras coisas, promove exposições e competições internacionais.

⁶ CDMF faz parte do CEPID da FAPESP /UNESP e tem apoio do CNPq

a algo do nosso conhecimento cotidiano. Além disso as imagens colorizadas vêm acompanhadas do original, o que torna a experiência de identificar o trabalho artístico facilitado.

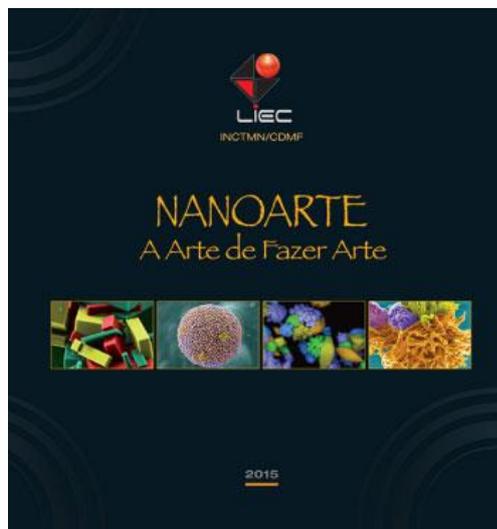


Figura 8: Capa da obra NANOARTE: A Arte de Fazer Arte.
Fonte: (CDMF, 2013)

Além das belíssimas imagens, o livro também oferece em suas páginas um pouco da história da nanotecnologia. Importante destacar que, na ocasião da produção deste texto, a obra tem a vantagem de estar disponível⁷ para acesso online e gratuito. No prefácio do livro supracitado, Maria A. Moraes Silva, ressalta que

O livro trata de questões relacionadas à tecnologia, ciência, arte e natureza(...) Em vários momentos a natureza invisível a olho nu torna-se visível e de rara beleza. Reside aí o ponto de confluência entre ciência, técnica e arte. (...)um inferência interessante é que a nanoarte é toda forma de arte vinculada à nanotecnologia que trabalha tanto com a tecnologia em si, quanto com os conceitos advindos dos fenômenos quânticos”(NANOARTE, 2013, p.3)

As duas imagens a seguir fazem parte da obra supracitada. Como dito anteriormente, observa-se uma dupla legenda na imagem, conferindo assim um caráter artístico e científico concomitantemente em função da sua topografia e aquilo que nos é conhecido que ela possa remeter.

⁷ Visite: <http://www.lpcvisual.com.br/nanoarte/>

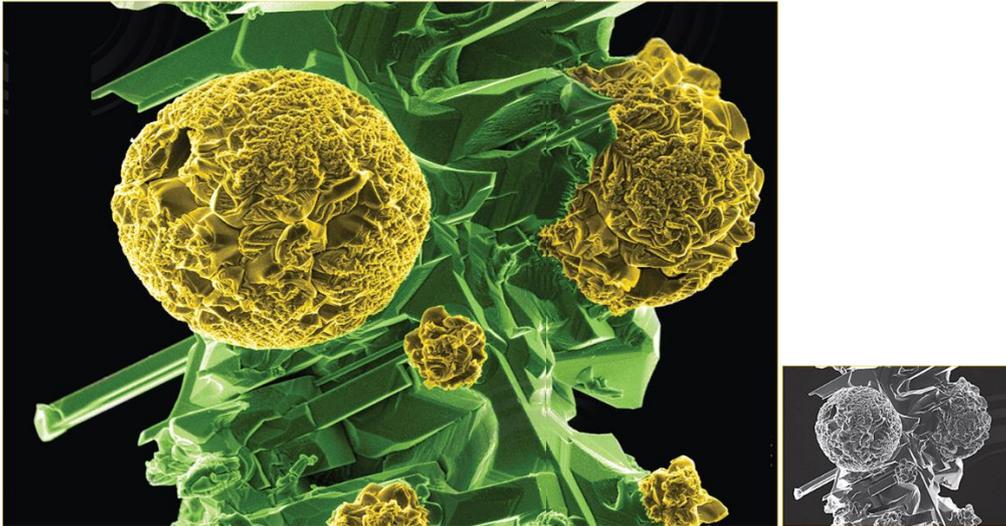


Figura 9: Pólen (Óxido de Titânio e Índio) In: NANOARTE: a arte de fazer arte
Fonte: (CDMF, 2015)



Figura 10: Canyon (Óxido de Estanho) In: NANOARTE: a arte de fazer arte
Fonte: (CDMF, 2015)

Em termos de uso em sala de aula, em se tratando da nanoarte, nos parece manifesto o chamado para trabalhar conteúdos ligados a nanotecnologia - como por exemplo o fenômeno do tunelamento quântico e o microscópio de tunelamento por varredura (STM) em nível de ensino médio - assim como a oportunidade de trabalhar a interdisciplinaridade com a cadeira de artes.

Capítulo 6: Propostas de uso de narrativas para o ensino de física

É notório que uma estratégia de ensino bem planejada é de fundamental importância para bom andamento das aulas e conseqüente sucesso no processo de ensino aprendizagem, especialmente neste momento onde as atividades pedagógicas propostas pelos professores competem com diversos outros estímulos para obter a atenção do aluno. A experiência docente nos mostra que há conteúdos com maior potencial para despertar o engajamento do estudante, enquanto outros demandam um grande investimento em estratégias para prender sua atenção. Sendo assim, uma boa parcela do trabalho dos professores reside em promover uma aula que estimule a renúncia a estímulos outros alheios a proposta das aulas.

Atualmente o professor de física pode contar com um banco de dados do chamado produto educacional, cuja confecção é requisito obrigatório para todos os mestrandos do MNPEF, que tem a função de colocar a experiência da comunidade de ensino de física à disposição de sua sala de aula. Quanto à definição do produto educacional, Barroso aponta que:

O Mestrado Profissional deve ter associado à dissertação o que é chamado de um produto educacional. Isto é, algum tipo de material didático (um texto, um vídeo, um aplicativo computacional, um experimento) que possa ser utilizado por alunos e outros professores e que sinalize que o professor deu o passo fundamental: o de ser capaz de reler os conteúdos de um curso de física e produzir algo que pode ser compartilhado por colegas. (BARROSO, 2013)

Considerando que a nossa proposta requer relacionar as narrativas com os conhecimentos de física a serem trabalhados em sala de aula, nosso produto visa apresentar uma seleção de narrativas que contenham elementos da física em sua composição. De uma maneira geral, as narrativas propostas podem ser utilizadas da forma que melhor lhe convier, podendo ser aplicadas para introduzir, fixar, contextualizar ou mesmo encerrar um tópico.

6.1 O Produto Educacional

Optamos por organizar cada sugestão de narrativa arrolada em um quadro que contém suas características básicas mais importantes, tais como: o tipo (Se a narrativa é uma música, poema, cordel, livro etc.), o título e o autor da obra sugerida, o conjunto dos principais conhecimentos que podem ser explorados em um contexto onde a narrativa sugerida será utilizada, os objetivos pedagógicos almejados, os recursos didáticos necessários (tais como um guia instrucional, links, vídeos, livros etc.), o trecho da obra de maior interesse e, finalmente, uma análise básica do texto em função de suas potenciais interpretações poéticas/científicas. O material pesquisado, assim, foi catalogado conforme um quadro de análise em que pretende apresentar algumas narrativas potencialmente pedagógicas para o uso em sala de aula de física. Esse conjunto de materiais mostrou-se promissor pelas diferentes formas de narrativas e manifestações ditas não tradicionais que podem dialogar com o contexto cultural dos alunos, assim como, permitir a aproximação dos jovens à outras culturas e conseqüentemente ao aumento de seu capital cultural.

A partir dessa seleção, optou-se, nessa pesquisa, trazer o uso de cordel para a aula de física. Assim, foi produzido uma sequência de aulas em que se pretendeu analisar os resultados dessa experiência em sala de aula ao aplicar uma das sugestões contidas nesse produto que será apresentado no capítulo 6.

6.1.1 Música

i. Quanta

SUGESTÃO DE NARRATIVA	
TIPO	Música
TÍTULO	Quanta
AUTOR	Gilberto Gil
CONTEÚDOS	Ordem de grandezas, Introdução à física quântica, quantização da energia, dualidade partícula-onda.

OBJETIVOS	Introduzir fenômenos e ideias que fizeram a transição da chamada física clássica para a física do século XX, visando apresentar as bases da física quântica.
RECURSOS DIDÁTICOS: 1. Letra da música impressa / projetada; 2. Áudio da música (youtube por exemplo)	
TRECHO DA OBRA: <i>Quanta¹ do latim / Plural de quantum² / Quando quase não há / Quantidade que se medir / Qualidade que se expressar / Fragmento infinitésimo³ / Quase que apenas mental⁴ / Quantum granulado no mel⁵ / Quantum ondulado no sal⁵ / Mel de urânio, sal de rádio⁵ / Qualquer coisa quase ideal / Cântico dos cânticos / Quântico dos quânticos⁶</i> (...) <i>Teoria em grego quer dizer / O ser em contemplação</i> (...) <i>Sei que a arte é irmã da ciência / Ambas filhas de um Deus fugaz⁷ / Que faz num momento / E no mesmo momento desfaz / Esse vago Deus por trás do mundo / Por detrás do detrás</i> (...)	
MICROANÁLISE: Gilberto Gil reúne no álbum Quanta (1997) vinte e cinco (25) músicas sob eixos temáticos, e, entre eles o eixo ciência e arte. Na música Quanta observamos que o viés científico flerta com a física quântica. Façamos algumas análises do ponto de vista do aproveitamento para o mote científico: <p>[1] Quanta: Quantidades fundamentais. De acordo com a teoria do físico alemão Planck (1858-1947), grandezas físicas classicamente dadas como contínuas devem considerar-se quantizadas. A teoria dos quanta, ou teoria quântica, fala que a radiação tem estrutura descontínua; não pode existir senão sob a forma de grânulos, ou quanta, de valor $E=hf$, sendo h é a constante de Planck ($6,624 \times 10^{-34}$ J.s), e f a frequência da radiação.</p> <p>[2] Quantum: Descontinuidade elementar de uma grandeza quantificada.</p> <p>[3] Infinitésimo: Na apresentação do álbum de Gil, o físico César Lattes (1997), trocou correspondência com Gil e deu algumas contribuições: “O infinitésimo é uma ficção matemática. Quantum é o mínimo de ação (energia x tempo). O Quantum de ação é o mais real do que a maioria das grandezas físicas: seu valor não depende do movimento em relação ao observador” (Lattes, 1997).</p> <p>[4] Mental: Numa perspectiva semiclássica, por assim dizer, quando comparados os valores das grandezas macroscópicas com os valores quânticos, estação “quase apenas mentais” de tão pequenas.</p> <p>[5] Mel/Sal O granulado do mel e o ondulado do sal. Porque o autor compara dois alimentos de características tão distintas? Além da menção poética da doçura do mel em contraste com o sal, aqui nos parece que a referência é a dualidade partícula-onda. O mel, de aparência contínua (assim como uma</p>	

onda), o autor afirma ser granulado (partícula), enquanto os cristais de sal (partícula), ele afirma ser ondulado (ondas).

[6] Quântico dos quânticos: Nesse refrão o autor alude a temática proposta pelo texto: ciência e arte. Essa modulação interdependente diz respeito, no primeiro verso, ao cântico bíblico que celebra o amor de dois amantes. Já o segundo verso, trata sobre o estudo da física quântica, que é, todavia, de grande importância para os cientistas.

[7] Deus Fugaz: O Deus que faz do vento arte do ar e inspira o homem a criar, é fugaz. Por isso, apesar de sua onisciência e sua onipresença esse Deus facilmente escapa na nossa compreensão ordinária, assim com os fenômenos quânticos e suas estranhezas.

Evidentemente que as análises supracitadas são apenas possíveis interpretações. O mais importante nesta prática pedagógica é fazer com que o professor, de uma forma lúdica, tenha oportunidade de tratar de um conteúdo pouco explorado no ensino básico, mas de notória importância para o ensino de física e para a divulgação científica. É também uma oportunidade para os estudantes desenvolverem algumas das competências gerais da BNCC, tais como: Conhecimento, pensamento científico crítico e criativo, repertório cultural, comunicação e argumentação. Ademais, contribuir para fazer com que os estudantes observem que a física figura constantemente na arte, e vice-versa, podendo assim promover maior engajamento dos alunos nas aulas de física.

Para finalizar análise vejamos as palavras de César Lattes (1997):

“A ciência é uma irmã caçula (talvez bastarda) da arte. / Camões pediu ajuda do engenho e da arte – não da ciência. / Salomão diz que “ciência sem consciência não é senão a ruína da alma” – a arte, não. / Paro por aqui, porque Salomão também diz: “Não busques ser demasiado justo nem demasiado sábio: queres te arruinar?” / Para concluir cito um grande arquiteto: “Quando a ciência se cala, a arte fala. (Artigas).

ii. Outras frequências

SUGESTÃO DE NARRATIVA	
TIPO	Música
TÍTULO	Outras Frequências
AUTOR	Humberto Gessinger
CONTEÚDOS	Movimentos periódicos; Período; Frequência; Ressonância; Batimento; Interferência
OBJETIVOS	Compreender grandezas física associadas aos movimentos periódicos e ondulatórios.

RECURSOS DIDÁTICOS

4. Letra da música impressa / projetada;
5. Áudio da música (youtube por exemplo)

TRECHO DA OBRA

(...)

Mas nós vibramos em outra frequência¹ / Sabemos que não é bem assim / Se fosse fácil achar o caminho das pedras / Tantas pedras no caminho não seria ruim.

(...)

MICROANÁLISE

Na música “outras frequências” recortamos um trecho que contém uma frase que nos interessa para introduzir conceitos de movimentos periódicos e ondulatória. Observe a letra, através de uma metáfora de relacionamento romântico, faz alusão à grandeza física frequência. A partir daí o docente que estiver tratando de movimentos periódicos ou de ondulatória pode puxar o gancho ajudar a introduzir (ou concluir) conceitos como período, ressonância, batimento e a própria frequência.

[1] Frequência: Número de vibrações por unidade de tempo, em um fenômeno periódico.

Relacionados:

[Período] Intervalo de tempo constante que separa duas passagens sucessivas de uma grandeza variável pelo mesmo valor. Inverso da frequência.

[Interferência] Ocorre devido a superposição de duas ou mais ondas num mesmo ponto, originando uma onda resultante que é a soma algébrica das amplitudes de cada onda. Esta superposição pode ser destrutiva, quando não estão em fase, ou construtiva quando estão em fase.

[Ressonância] Fenômeno que ocorre em um sistema físico que adquire energia por meio de oscilações de frequência igual a uma de suas frequências naturais de vibração passando a vibrar com maiores amplitudes.

[Batimento] O batimento é o resultado da interferência de ondas cujas frequências são de valores próximos entre si.

iii. O segundo Sol

SUGESTÃO DE NARRATIVA	
TIPO	Música
TÍTULO	O segundo Sol
AUTOR	Nando Reis

CONTEÚDOS	Gravitação universal e Leis de Kepler
OBJETIVOS	Discutir a lei da gravitação universal de Newton e as três leis de Kepler.
RECURSOS DIDÁTICOS	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Letra da música impressa / projetada; 2. Áudio da música (youtube por exemplo) 	
TRECHO DA OBRA	
<p>(...)</p> <p><i>Quando o segundo Sol chegar / Para realinhar as órbitas dos planetas¹ / derrubando com assombro exemplar / O que os astrônomos diriam se tratar de um outro cometa</i></p> <p>(...)</p>	
MICROANÁLISE	
<p>Sabemos que a chegada de um segundo Sol não é um evento provável. No entanto, se isso ocorresse o sistema solar seria realinhado. Portanto, nesta canção o docente pode dela se valer para quando estiver trabalhando conceitos relativos à gravitação universal e as leis de Kepler.</p> <p>[1] Lei da gravitação universal: Dois corpos massivos estão sujeitos a uma força de atração mútua proporcional às suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre os seus centros de gravidade.</p> <p>Relacionados: Leis de Kepler</p> <p>Lei das Órbitas: Os planetas descrevem órbitas elípticas ao redor do Sol, e este ocupa um dos focos da elipse.</p> <p>Lei das Áreas: O segmento de reta que une o sol a um planeta varre áreas iguais em intervalos de tempo iguais.</p> <p>Lei dos Períodos: A razão entre os quadrados dos períodos orbitais e os cubos dos semieixos maiores das órbitas é constante para a todos os orbes.</p>	

iv. Uma noite e meia e Rio 40 Graus

SUGESTÃO DE NARRATIVA	
TIPO	Música
TÍTULO 1	Uma noite e meia
AUTOR 1	Renato Rocketh (interpretação Marina Lima)
TÍTULO 2	Rio 40 Graus
AUTOR 2	Fernanda Abreu

CONTEÚDOS	Calor e temperatura	
OBJETIVOS	Definir os conceitos de calor e temperatura	
RECURSOS DIDÁTICOS		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Letras das músicas impressa / projetada; 2. Áudios das músicas (youtube por exemplo) 		
TRECHOS DAS MÚSICAS		
<i>UMA NOITE E MEIA</i> (...) <i>Vem chegando o verão</i> <i>O calor¹ no coração</i> <i>Essa magia colorida</i> <i>São coisas da vida</i> (...)	<i>RIO 40 GRAUS</i> (...) <i>Rio 40 graus²</i> <i>Cidade maravilha</i> <i>Purgatório da beleza</i> <i>E do caos</i> (...)	
MICROANÁLISE		
<p>Este pequeno trecho desta música 1 pode ser explorado para trabalhar o conceito de calor e, concomitantemente, o recorte da música 2 pode ser explorado para introduzir o conceito de temperatura.</p> <p>[1] Calor: Grandeza associada à transferência de energia térmica de um corpo para outro devido, exclusivamente, a diferença de temperaturas entre os corpos.</p> <p>[2] Temperatura: Grandeza associada ao estado de agitação térmica de um corpo ou sistema.</p>		

6.1.2 Literatura

i. O espelho

SUGESTÃO DE NARRATIVA	
TIPO	Conto literário
TÍTULO 1	O espelho
AUTOR 1	Guimarães Rosa
TÍTULO 2	O espelho
AUTOR 2	Machado de Assis
CONTEÚDOS	Ótica geométrica

OBJETIVOS	Introduzir conceitos de espelhos planos e esféricos estudados em ótica geométrica	
RECURSOS DIDÁTICOS		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Ambos os contos. Impressos, projetados ou a posse dos livros originais; 2. Livro “A elaboração de narrativas em aulas de física” (Gurgel e Watanabe, 2017) 		
TRECHOS DOS CONTOS		
<p><i>O Espelho, Guimarães Rosa (...)</i> <i>O senhor, por exemplo, que sabe e estuda, suponho nem tenha ideia do que seja na verdade — um espelho? Demais, decerto, das noções de física, com que se familiarizou, as leis da óptica. (...) Quando nada acontece, há um milagre que não estamos vendo. (...) O espelho, são muitos, captando-lhe as feições; todos refletem-lhe o rosto, e o senhor crê-se com aspecto próprio e praticamente imudado, do qual lhe dão imagem fiel. Mas — que espelho? Há-os "bons" e "maus", os que favorecem e os que de-traem; e os que são apenas honestos (...)</i>Resta-lhe argumento: qualquer pessoa pode, a um tempo, ver o rosto de outra e sua reflexão no espelho. Sem sofisma, refuto-o. O experimento, por sinal ainda não realizado com rigor, careceria de valor científico, em vista das irredutíveis deformações, de ordem psicológica(...)Note que meus reparos limitam-se ao capítulo dos espelhos planos, de uso comum. E os demais — côncavos, convexos, parabólicos — além da possibilidade de outros, não descobertos, apenas, ainda? Um espelho, por exemplo, tetra ou quadridimensional? Parece-me não absurda, a hipótese.(...)</p> <p><i>Rimo-nos, nas barracas de diversões, daqueles caricatos espelhos, que nos reduzem a monstregos, esticados ou globosos. Mas, se só usamos os planos — e</i></p>	<p><i>O Espelho, Machado de Assis (...)</i> <i>- Nem conjetura, nem opinião, redargüiu ele; uma ou outra pode dar lugar a dissentimento, e, como sabem, eu não discuto. Mas, se querem ouvir-me calados, posso contar-lhes um caso de minha vida, em que ressalta a mais clara demonstração acerca da matéria de que se trata. Em primeiro lugar, não há uma só alma, há duas... - Duas?</i> <i>- Nada menos de duas almas. Cada criatura humana traz duas almas consigo: uma que olha de dentro para fora, outra que olha de fora para entro... Espantem-se à vontade, podem ficar de boca aberta, dar de ombros, tudo; não admito réplica. Se me replicarem, acabo o charuto e vou dormir. A alma exterior pode ser um espírito, um fluido, um homem, muitos homens, um objeto, uma operação. Há casos, por exemplo, em que um simples botão de camisa é a alma exterior de uma pessoa; - e assim também a polca, o voltarete, um livro, uma máquina, um par de botas, uma cavatina, um tambor, etc. Está claro que o ofício dessa segunda alma é transmitir a vida, como a primeira; as duas completam o homem, que é, metafisicamente falando, uma laranja. Quem perde uma das metades, perde naturalmente metade da existência; e casos há, não raros, em que a perda da alma exterior implica a da existência inteira. Shylock, por exemplo. A alma exterior aquele judeu eram os seus ducados; perdê-los</i></p>	

<p><i>nas curvas de um bule tem-se sofrível espelho convexo, e numa colher brunida um côncavo razoável — deve-se a que primeiro a humanidade mirou-se nas superfícies de água quieta, lagoas, lameiros, fontes, delas aprendendo a fazer tais utensílios de metal ou cristal. Tirésias, contudo, já havia predito ao belo Narciso que ele viveria apenas enquanto a si mesmo não se visse... Sim, são para se ter medo, os espelhos.</i> (...)</p>	<p><i>equivália a morrer. "Nunca mais verei o meu ouro, diz ele a Tubal; é um punhal que me enterras no coração." Vejam bem esta frase; a perda dos ducados, alma exterior, era a morte para ele. Agora, é preciso saber que a alma exterior não é sempre a mesma...</i> (...)</p>
<p>MICROANÁLISE</p> <p>Ambos os contos podem ser trazidos à aula quando o professor estiver tratando do tema ótica geométrica. A proposta pode, por exemplo, versar sobre a solicitação da leitura dos contos como antecipação de conteúdo. No entanto recomendamos verificar no Livro “A elaboração de narrativas em aulas de física” (Gurgel e Watanabe, 2017) as propostas a respeito do uso dos contos lá contidas.</p>	

ii. O sonho de Einstein

SUGESTÃO DE NARRATIVA	
TIPO	Literatura
TÍTULO	O sonho de Einstein
AUTOR	Alan Lightman
CONTEÚDOS	Conceito/Relatividade do tempo e Introdução às teorias da relatividade
OBJETIVOS	Refletir sobre o conceito clássico e a partir da relatividade de tempo. Introduzir as teorias da relatividade de Einstein.
<p>RECURSOS DIDÁTICOS:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Livro: O Sonho de Einstein 2. Trecho do livro abaixo selecionado 3. Leitura investigativa a partir do endereço eletrônico: http://efisica.if.usp.br/mecanica/curioso/tempo/ 	

TRECHO DA OBRA:

(...) Em alguma abóbada distante, um relógio de torre bate seis vezes e para. O rapaz deixa-se cair em sua escrivaninha. Ele veio para o escritório de madrugada, depois de mais uma convulsão. Seu cabelo está despenteado e as calças, grandes demais. Na mão, segura vinte páginas amassadas, sua nova teoria do tempo, que enviará hoje para a revista alemã de física. (...) (p.3)

(...) No longo e estreito escritório de Speichergasse, na sala cheia de ideias práticas, o jovem funcionário de patentes ainda está esparramado na cadeira, a cabeça sobre a escrivaninha. Nos últimos meses, desde meados de abril, ele tem sonhado muitos sonhos sobre o tempo. (...) (p.6)

(...) Estas três cadeias de eventos realmente acontecem, simultaneamente. Pois neste mundo, o tempo tem três dimensões, como o espaço. (...) (p. 21)

(...) Neste mundo, existem dois tempos. Existe o tempo mecânico e o tempo corporal. O primeiro é tão rígido e metálico quanto um imenso pêndulo de ferro que balança para lá e para cá, para lá e para cá, para lá e para cá. O segundo se contorce e remexe como uma enchova na baía. O primeiro não se desvia, é predeterminado. O segundo toma decisões à medida que avança. (...) (p. 24)

(...) Em algum momento do passado, cientistas descobriram que o tempo flui mais lentamente nos pontos mais distantes do centro da Terra. O efeito é minúsculo, mas pode ser medido por instrumentos extremamente sensíveis. Assim que o fenômeno foi constatado, algumas pessoas, desejosas de permanecerem jovens, mudaram-se para as montanhas (...) (p. 29)

(...) Subitamente seu coração dispara, ela enrubesce, anda ansiosamente de um lado para outro, fica feliz sem qualquer razão. Dias mais tarde, ela encontra um jovem e se apaixona. Não estão ligados os dois fatos? Mas que conexão bizarra os une, que distorção do tempo, que lógica invertida? (...) (p.40)

(...) Se o tempo e a passagem dos eventos são a mesma coisa, então o tempo mal se move. Se o tempo e os eventos não são a mesma coisa, então são só as pessoas que mal se movem. Se uma pessoa não tem qualquer ambição neste mundo, ela sofre sem saber. Se uma pessoa tem ambições, sofre sabendo, mas muito devagar. (...) (p. 47)

(...) Por outro lado, Besso acha que seu amigo pode ser capaz de qualquer coisa. O ano mal começou e Einstein já concluiu sua tese de doutoramento, terminou um estudo sobre os fótons e um outro sobre o movimento browniano. No início, o projeto atual era uma pesquisa sobre a eletricidade e o magnetismo, os quais, Einstein inesperadamente anunciou um dia. Exigiriam uma reconceituação do tempo. (...) (p. 51)

(...) Neste fim de tarde, nestes poucos momentos em que o sol está aninhado em uma depressão nevada dos Alpes, uma pessoa poderia sentar-se à beira do lago e contemplar a textura do tempo. Hipoteticamente, o tempo pode ser liso ou áspero, espinhoso ou sedoso, duro ou macio. (...) (p. 61)

(...) Neste mundo, a passagem do tempo faz aumentar a ordem. Ordem é a lei da natureza, a tendência universal, a direção cósmica. Se o tempo é uma flecha, esta flecha aponta para a ordem. O futuro é padrão, organização, união, intensificação; o passado é acaso, confusão, desintegração, dissipação (...) (p. 66)

(...) Imagine um mundo em que não há tempo. Somente imagens. (...) (p. 73)

(...) Por que tanta fixação com velocidade? Porque neste mundo o tempo passa mais lentamente para as pessoas em movimento. Assim, todos se movem em alta velocidade, para ganhar tempo. (...) (p. 89)

(...) Suponhamos que o tempo não seja uma quantidade, mas uma qualidade, como a luminescência da noite sobre as árvores no preciso momento em que a lua nascente toca o topo das copas. O tempo existe, mas não pode ser medido. (...) (p. 120)

(...) Neste mundo, o tempo é uma dimensão visível. Assim como é possível olhar para longe e ver casas, árvores, picos de montanhas, que são marcos no espaço, é possível olhar em outra direção e ver nascimentos, casamentos, mortes, que são marcos no tempo, estendendo-se ao longe no futuro. E, assim como é possível escolher permanecer em um lugar ou correr para outro, é possível escolher o movimento que se faz pelo eixo do tempo. Algumas pessoas temem viajar para longe de um momento agradável. Elas permanecem próximas a um ponto temporal, quase não se afastando de um ambiente familiar. Outras voam imprudentemente para o futuro, sem se preparar para a rápida sequência de eventos. (...) (p. 131)

(...)— Acho que você terá êxito com sua teoria do tempo — diz Besso. — E, quando isso acontecer, nós vamos sair para pescar e você vai me explicar. Quando você ficar famoso, vai se lembrar que contou primeiro para mim, aqui neste barco. (...) (p. 143)

(...) Pois o tempo é como a luz entre dois espelhos. O tempo é rebatido para lá e para cá, produzindo um número infinito de imagens, de melodias, de pensamentos. É um mundo de incontáveis cópias. (...) (p. 162)
(LIGHTMAN, 1993)

MICROANÁLISE:

A obra é composta de contos cuja tema é sempre o tempo. A cada conto, o tempo é visto por um prisma diferenciado e, com isso, gerando implicações na vida das pessoas. Num dos contos, por exemplo, o tempo de uma vida toda passa em um único dia com nascimento, vida e morte. Em outro, não há o futuro, e por aí vai. Assim, o professor pode se valer desta obra quando estiver tratando da teoria da relatividade, mais especificamente quando adentrar no tema relatividade do tema. O docente pode, por exemplo, planejar sua abordagem solicitando dos alunos uma leitura prévia dos contos e da publicação online sugerida do item 3 dos recursos didáticos acima. Outrossim, antes do docente se debruçar sobre as explicações conceituais do tema, pode abrir uma discussão a respeito dos conceitos apreendidos pelos estudantes sobre a temática e verificar os efeitos que as leituras geraram na aprendizagem.

iii. Poema para Galileu

SUGESTÃO DE NARRATIVA	
TIPO	Poema
TÍTULO	Um Poema para Galileu
AUTOR	Antônio Gedeão
CONTEÚDOS	Introdução à Astronomia, Heliocentrismo Vs Geocentrismo, Queda livre, Gravitação Universal.
OBJETIVOS	Refletir sobre a vida de Galileu e as implicações na ciência de suas descobertas. Apresentar o conceito de campo gravitacional; Enunciar a lei da Gravitação Universal; Descrever os movimentos de lançamento vertical no vácuo
RECURSOS DIDÁTICOS:	
1. O Poema. acessível em: http://www1.fisica.org.br/fne/phocadownload/Vol03-Num2/a051.pdf	
TRECHO DA OBRA:	
<p>(...)</p> <p><i>Eu queria agradecer-te, Galileo, / a inteligência das coisas que me deste. / Eu, e quantos milhões de homens como eu/a quem tu esclareceste, / ia jurar- que disparate, Galileo! / - e jurava a pés juntos e apostava a cabeça / sem a menor hesitação- / que os corpos caem tanto mais depressa / quanto mais pesados são¹. / Pois não é evidente, Galileo? / Quem acredita que um penedo caia / com a mesma rapidez que um botão de camisa ou que um seixo da praia? / Esta era a inteligência que Deus nos deu./ Estava agora a lembrar-me, Galileo, / daquela cena em que tu estavas sentado num escabelo / e tinhas à tua frente / um friso de homens doutos, hirtos, de toga e de capelo / a olharem-te severamente. / Estavam todos a ralhar contigo, / que parecia impossível que um homem da tua idade / e da tua condição, / se tivesse tornado num perigo / para a Humanidade / e para a Civilização.</i></p> <p>(...)</p> <p>(GEDEÃO, 2002)</p>	
MICROANÁLISE:	
<p>O contexto do poema reflete parte da bibliografia de Galileu quando foi detido pela Inquisição da Igreja Católica devido principalmente devido à sua defesa ao Heliocentrismo que confrontava os dogmas religiosos da época.</p> <p>Este poema pode ajudar o professor quando estiver tratando de temas mais rápidos como a queda livre. [1]</p> <p>No entanto, mais interessante seria utilizá-lo para gerar uma sequência didática a partir da vida e obra de Galileu levando a discussões a respeito de suas descobertas além da defesa do Heliocentrismo.</p>	

iv. Alice no país do quantum

SUGESTÃO DE NARRATIVA	
TIPO	Livro
TÍTULO	Alice no país do quantum
AUTOR	Robert Gilmore
CONTEÚDOS	Conceitos básicos da mecânica quântica tais como: seu caráter probabilístico, a dualidade onda-partícula, quantização, elementos fundamentais da física nuclear e de partículas, o paradoxo EPR (de Einstein, Podolsky e Rosen).
OBJETIVOS	Introduzir conceito de física quântica
SINOPSE DO LIVRO	Nessa genial mistura de fantasia e ciência, Alice, aquela do País das Maravilhas, está prestes a embarcar em outra jornada. Ela conhecerá o País do Quantum, uma espécie de parque de diversões intelectual menor que um átomo e irá se deparar com desafios, jogos e atrações que esclarecem os diferentes aspectos da física quântica. Através dessa alegoria, o leitor conhece de forma acessível e divertida os domínios fundamentais da física quântica. Inteligentemente concebido e escrito, e com muitas ilustrações, 'Alice no País do Quantum' coloca conceitos físicos ao alcance do leitor comum. Não é necessário conhecimento de matemática para acompanhar as travessuras da heroína, só gosto pela aventura intelectual e uma forte curiosidade pelo mundo que nos rodeia.
RECURSOS DIDÁTICOS:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Livro: Alice no país do quantum 2. Resenha do livro disponível em ANEXO A 3. Quis sobre o livro criado pelo site rachacuca disponível em: https://rachacuca.com.br/quiz/150788/alice-no-pais-do-quantum-i/ 	
TRECHO DA OBRA:	
<p>[Prefácio] ao longo deste livro você encontrará breves notas que enfatizam a importância da mecânica quântica no mundo real(...)Essas notas resumem a importância, para o nosso mundo, dos tópicos quânticos encontrados por Alice em cada capítulo. Elas pretendem ser suficientemente não-intrusivas, de modo que você pode ignorá-las enquanto estiver lendo a história das aventuras de Alice, mas se quiser descobrir o real significado dessas aventuras, as notas estão convenientemente próximas (p.4)</p>	
MICROANÁLISE:	

Segundo o próprio autor “Este livro é uma alegoria da física quântica(...) de uma narrativa que descreve um assunto sob o disfarce de outro”. (p.3). Ou seja, essa obra atende ao professor que necessita introduzir os conceitos física quântica e através dela poderá fazê-lo por um viés diferenciado. Por se tratar de um livro de 196 páginas, é interessante que a cadeira de literatura seja convidada a participar em um trabalho interdisciplinar. Como observado nos recursos didáticos acima, há também um quiz preparado pelo site rachacuca que pode ser disponibilizado aos alunos logo após a conclusão das leituras e as das intervenções do professor.

v. Pitelin e as leis de Newton

SUGESTÃO DE NARRATIVA	
TIPO	Cordel
TÍTULO	Pitelin e as Leis de Newton
AUTOR	Autoria de Lima, J.; Sousa, J; Feitosa, S.
CONTEÚDOS	Leis de Newton
OBJETIVOS	Entender a lei da inércia como uma tendência de permanecer no mesmo estado de movimento, que pode ser o repouso ou o movimento retilíneo uniforme; Enunciar a 3ª lei de Newton – Ação e reação; Entender que, apesar de as forças (a ação e a reação) terem a mesma direção e o mesmo sentido, não se anulam nem provocam necessariamente o mesmo efeito, pois atuam em corpos diferentes; Perceber o atrito como uma força resistente ao movimento; Enunciar a 2ª lei de Newton.
RECURSOS DIDÁTICOS:	
1. Cordel Pitelin e as Leis de Newton disponível em: http://afisicaemcordel.blogspot.com/2009/02/pitelin-e-as-leis-de-newton.html	
TRECHO DA OBRA:	
(...) <p><i>Pitelin tem dois menino / Um grande e outro pequeno / Que estudava no grupo / E lá foram aprendeno / O mais véi e mais astuto / Com a física foi se meteno</i></p>	
(...) <p><i>Lá no grupo o professor / Começou logo a explicar / Umas ta de Lei de Newton¹ / Mandou o moleque estudar / Ele se agarrou aos livros / E se pois a pesquisar</i></p>	
(...) <p><i>Quando chegou em casa / O seu pai tava danado / Ele tinha caído do burro / Ficou todo arrebetado / O bicho empancou de vez / E pra frente ele foi jogado²</i></p>	

(...)
Ciba muito do tranqüilo / Dando uma de entendido / Disse, Isso né mulher não! / Deixe eu contar o moído, / Aprendi hoje na escola / As leis dum cabra sabido

(...)
O nome dele é Newton / Um caboclo estudioso / Estudando a natureza / Descobriu um fato curioso / Quando um corpo tá parado / Só quer ficar em repouso

(...)
Esse cabra também mostrou / Outro ponto interessante / Para um corpo se movendo / Num lugar aconchegante / Se num houver o atrito / Será nula a força resultante³

Além de estudar a inércia / Mais duas leis ele estudou / Falou da gravitação universal⁴, / E noutras coisas ele pensou / Vou explicar mais um pouco / Esse assunto pro sinhô/

Existe uma segunda lei⁵ / Que né complicada não, / Ela diz que uma força / É massa vezes aceleração / Pra entender o moído / Vou lhe dar uma explicação.

MICROANÁLISE:

O leitor verá que na seção que disponibilizamos nossa experiência em sala que optamos por utilizar este cordel como ponto referência para que os alunos produzissem seus próprios cordéis para ensinar as leis de Newton que acabavam de estudar. Vejamos alguns recortes do texto.

[1] Neste trecho do cordel observa-se a inserção da personagem que por intermédio dos estudos passará a conhecer as leis de Newton.

[2] Inércia

[3] Força resultante, 2^o e 3^o leis de Newton

[4] Gravitação Universal

[5] 2^o Lei de Newton

vi. Pitelin e o estudo das ondas

SUGESTÃO DE NARRATIVA	
TIPO	Cordel
TÍTULO	Pitelin e o estudo das ondas
AUTOR	Autoria de Lima, J.; Sousa, J; Feitosa, S.
CONTEÚDOS	Conceitos fundamentais da ondulatória
OBJETIVOS	Distinguir os diversos fenômenos ondulatórios: reflexão, refração, difração e interferência. Classificar as ondas em mecânicas ou eletromagnéticas; Conceituar ondas sonoras e

	suas características: período, frequência, velocidade, amplitude.
RECURSOS DIDÁTICOS:	
<p>1. Cordel Pitelim e o estudo das ondas disponível em: http://afisicaemcordel.blogspot.com/2013/04/pitelim-e-o-estudo-das-ondas-por-j-lima.html</p>	
TRECHO DA OBRA:	
<p>(...) <i>No caminho seu pai falou / Como o tempo ta mudado / Que hoje é tudo ligeiro, / O povo é muito apressado. / Depois perguntou a Ciba / Como o som é gerado¹.</i></p> <p><i>Ciba olhou pra Pitelim / E disse com atenção / “O som é uma onda² / O qual possui vibração / E foi mesmo assunto / Que vi hoje na lição”</i></p> <p><i>Pra entender essas coisas / Ouça o que vou dizer / A onda é feita de pulsos / Que pode subir e descer / Um pulso é uma perturbação³ / Ouça bem pra entender</i></p> <p><i>Pitelim num entendeu bem / O que Ciba quis dizer / Como o som era uma onda / Se ele nem pode ver / Pediu pra Ciba explicar / Até conseguir entender.</i></p> <p><i>“As ondas se caracterizam / Como o professor falou: / Amplitude, intensidade, / Comprimento sim sinhô./ Também tem a frequência⁴ / Assunto que me intrigou”</i></p> <p><i>“O professor também disse: / As ondas levam energia / Sem carregar matéria⁴ / Seja noite, ou seja, dia” / Pitelim ficou perdido / Parecendo um cão sem guia.</i></p> <p><i>Ciba muito empolgado / Continuo a explicação / Sobre ondas longitudinais⁴ / Que seguem a mesma direção / Falou das ondas transversais / A qual segue outra noção /</i></p> <p><i>Mostrou as ondas mecânicas⁵ / Como a buzina do caminhão Que se propaga no ar / Pra fazer a vibração / E levar de um lugar pra outro / A nossa conversação</i></p> <p>(...) <i>Essas ondas meu pai / Viajam pelo espaço / Sem precisar de matéria / Sempre no mesmo compasso / São eletromagnéticas⁵ / Igual do Sol, o mormaço.</i></p> <p>(...)</p>	
MICROANÁLISE:	
<p>O proveito de cordel é bastante óbvio. Seu uso pode se dar quando o docente estiver tratando a temática ondulatória. Vejamos:</p>	

- [1] Pergunta problematizadora.
 [2] O som como onda.
 [3] Relação entre pulso e onda.
 [4] Características das ondas.
 [5] Ondas mecânicas e eletromagnéticas.

vii.O Estudo dos Fluidos

SUGESTÃO DE NARRATIVA	
TIPO	Cordel
TÍTULO	O Estudo dos Fluidos
AUTOR	Lima, J.
CONTEÚDOS	Pressão; Empuxo, densidade; massa específica; teorema de Pascal
OBJETIVOS	Determinar a pressão em um líquido e suas propriedades; Descrever o movimento de um corpo imerso em um fluido observando as características de densidade e massa específica. Compreender a transmissão de força através do teorema de Pascal.
RECURSOS DIDÁTICOS:	
1. Cordel: O estudo dos fluidos disponível em http://afisicaemcordel.blogspot.com/2009/05/o-estudo-dos-fluidos.html	
TRECHO DA OBRA:	
<p><i>Peço licença aos leitores / Desse pequeno cordel / Para falar dos fluidos¹ / Nesse pedaço de papel / De conceitos fundamentais / E não joguem ao léu!</i></p> <p><i>Pra começo de conversa / Vamos saber o que é fluido² / Ele é algo que pode escoar, / Vamos tratá-lo em miúdo / O bicho é um cabra frouxo / Se bater de lado vasa tudo</i></p> <p><i>São os gases e os líquidos² / Que compõe esse estudo / Hidrostática e hidrodinâmica / Forma a mecânica dos fluidos / Foi o grego Arquimedes³ / Que começou isso tudo</i></p> <p><i>Hidrostática estuda o fluido / Quando ele está em repouso¹ / Vai estudar a densidade / Desse cabra genioso / A massa específica, a pressão! / E as manhas desse teimoso</i></p>	

E os vasos comunicantes cabra? / A gente também vai ver. / Sem falar nuns princípios / Que tu vai ter que aprender, / O de Arquimedes e o de Pascal¹ / Vou explicar pra você.

E a força de empuxo⁴, homi? / Rapai, ela é algo fenomenal. / Explica toda a flutuação, / Desde o ferro e a pedra até o pau/ Também vai ter a pressão do ar, / E aplicações do princípio de pascal.

Massa específica e densidade⁵ / São conceitos intrigantes / Um parece muito com o outro / Vamos entender num instante. / Massa específica é razão / Da massa e volume dominante

A densidade é relativa⁵ / Ela é as massas divididas / De duas substâncias, / Num só volume contidas, / No sistema internacional / Em Kg/m³ é medida.

Vou falar sobre a pressão⁶ / Que é a força exercida / Sobre uma determinada área / Assim ela é bem definida / Uma força exerce maior pressão / Quanto menor for a área atingida

Em qualquer recipiente / Que o fluido esteja contido / Independente da forma / Ou do volume medido / A pressão será dada / Por um teorema conhecido.

Teorema esse que envolve / Massa específica, fundura, / E a gravidade local / Fazendo dessa mistura / Um produto, e seu resultado... / É a pressão⁶ variar com a altura

MICROANÁLISE:

Assim como o anterior, este cordel é de temática objetiva. Pode ser invocado quando o docente estiver tratando a hidrostática. Vejamos:

- [1] Introdução ao tema.
- [2] Conceituação de fluido.
- [3] Contexto histórico.
- [4] Empuxo.
- [5] Massa específica e densidade.
- [6] Pressão.

viii. Pitelim e o fantasma da eletricidade

SUGESTÃO DE NARRATIVA	
TIPO	Cordel
TÍTULO	Pitelim e o fantasma da eletricidade
AUTOR	Lima, J.; Moisés, J.; Feitosa, S.
CONTEÚDOS	Energia elétrica

OBJETIVOS	Contextualizar a descoberta, uso e distribuição da energia elétrica. Definir a intensidade da corrente elétrica em um condutor.
<p>RECURSOS DIDÁTICOS:</p> <p>1. Cordel: O fantasma da eletricidade http://afisicaemcordel.blogspot.com/search/label/NOSSOS%20CORD%C3%89IS</p>	
<p>TRECHO DA OBRA:</p> <p><i>No sítio de Pitelim¹ / Num tinha iluminação / Os menino era tão triste / No meio da escuridão / De noite a luz que tinha / Era aquela do Lampião</i></p> <p><i>Mais Cumpade, aconteceu / Uma coisa muito engraçada / Quando lá a luz chegou / Agitou toda a moçada / Inté os mais experiente / Ficaram de cara espantada</i> (...) “Minha gente eu aprendi / Que Energia não é criada. / Desde o começo do mundo / Ela vem sendo transformada / Sem poder ser destruída² / Eita cabocla arretada”</p> <p><i>“Mai num vão pensano / Que só tem um tipo não / Existe na natureza de monte³, / Em tudo quanto é versão / A Potencial vira Cinética / Fica Elétrica e liga a televisão”</i> (...) <i>Pra entender essa corrente⁴ / Basta pensar numa mangueira / Onde a água sai escorreno / Numa grande corredeira / Mai aqui são os elétrons / Que agem dessa maneira</i></p> <p><i>Pessoal fique bem “ligado” / Que o negócio ta pegano / Pois a corrente que eu falo / É contínua que nem no cano⁵ / Ou indo pra frente e pra traz / Seu sentido vai alternando</i> (...) <i>Cada aparelhim desses⁶ / É um caboclo faminto / Uns come bem pouquim / Outros come que nem pinto / Sem parar um só instante / Tirando a energia do recinto</i></p>	
<p>MICROANÁLISE:</p> <p>Este é o último cordel selecionado dos produzidos pelo blog “A física em cordel”. Também bem explícita, a temática agora é a energia elétrica. Dentro de um contexto da chegada da energia elétrica na fazenda, conteúdos como a corrente elétrica são trazidos à baila. Vejamos:</p> <p>[1] Introdução ao tema. [2] Princípio da conservação da energia. [3] Transformações de energia. [4] Corrente elétrica. [5] Corrente contínua e alternada. [6] Consumo de energia elétrica.</p>	

6.1.3 Nanoarte

i. NANOARTE: A Arte de Fazer Arte.

SUGESTÃO DE NARRATIVA	
TIPO	Nanoarte (coletânea)
TÍTULO	NANOARTE: A Arte de Fazer Arte.
AUTOR	CDMF
CONTEÚDOS	Nanotecnologia e nanociência
OBJETIVOS	Contextualizar a história da nanotecnologia. Apreender conceitos em nível médio de física quântica, tais como o tunelamento quântico. Apresentar tecnologias aplicadas tal como o microscópio de tunelamento quântico.
RECURSOS DIDÁTICOS:	
<p>1. Livro Nanoarte: A arte de fazer arte. Disponível em: http://www.lpcvisual.com.br/nanoarte/</p> <p>Vídeos do canal INCTMN CDMF no youtube.</p> <p>Vídeo reportagem sobre nanotecnologia e nanoarte: https://www.youtube.com/watch?v=u7LgXeOyNX4&index=2&list=PLcerXX9-rMRShFRpb9tEI-IMv9lhqCk8 Vídeo coletânea de imagens acompanhadas por música clássica.</p> <p>Nanoart 1 - Beethoven https://www.youtube.com/watch?v=BbulzoL46ro&t=105s Nanoart 1 Dança da Natureza https://www.youtube.com/watch?v=hYJX8qN8dWY Nanoart 3 – Mozart https://www.youtube.com/watch?v=5IRgmTOcm0o Nanoart 4 – Mozart https://www.youtube.com/watch?v=4jxmDMVDcgA Nanoarte 5 - Bolero de Ravel https://www.youtube.com/watch?v=hHb1IGw3P3Q Nanoart 6 – Mozart https://www.youtube.com/watch?v=rzVZRVRNztM</p> <p>2. Video coletânea de imagens acompanhadas por música clássica do canal de Cris Orfescu:</p>	

Nanoart – O fortuna-Carmina Burana (Cris Orfescu⁸)
https://www.youtube.com/watch?v=lzTY_saOXJI&t=165s

3. Site NANO EACH: Criado com o intuito de trazer para o mundo do estudante as principais ideias acerca do universo nano. O site NANO EACH apresenta os últimos avanços na área da nanotecnologia apontando suas principais aplicações no mundo cotidiano e suas implicações na vida moderna. Disponível em:
<http://www.each.usp.br/nanoeach/>

TRECHO DA OBRA:

A imagem a seguir é parte integrante do livro Nanoarte: A arte de fazer arte

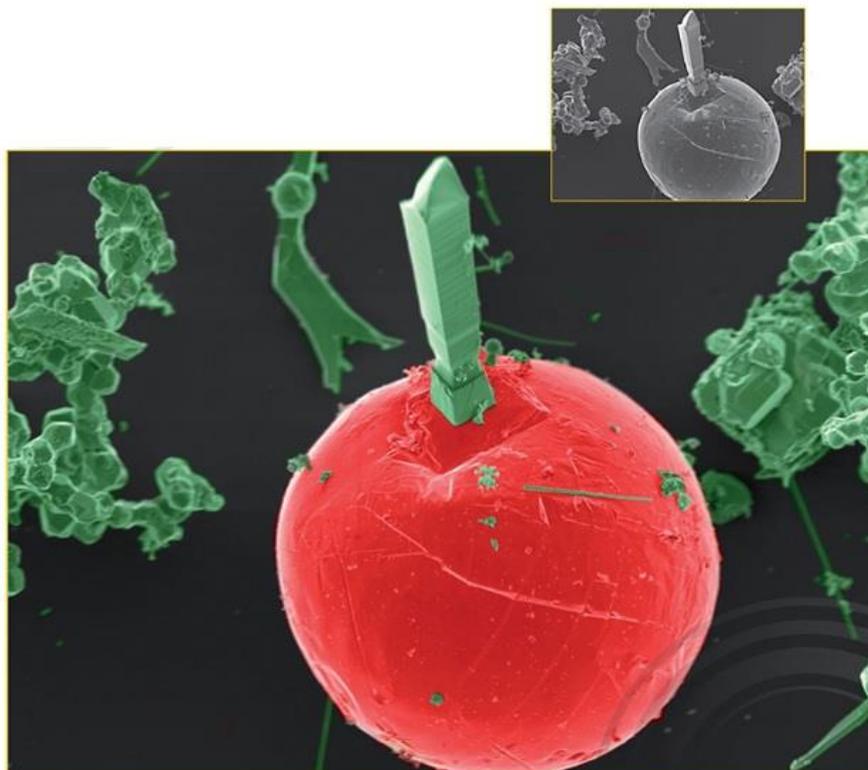


Figura 1: Maça do Amor (Óxido de Estanho e Índio) In: NANOARTE: a arte de fazer arte
Fonte: (CDMF, 2015)

⁸ Cris Orfescu nasceu em Bucareste, Romênia, vive e trabalha em Los Angeles desde 1991. Ele é um artista autodidata e também cientista. Sobre o artista e sua obra visite: <http://crisorfescu.com>

Capítulo 7: Aplicação do produto educacional em sala de aula

Nessa etapa iremos discorrer a respeito de nossa experiência aplicando uma das sugestões da proposta deste produto educacional em sala de aula. A aplicação se deu em duas turmas de primeiro ano do ensino médio para 81 alunos no total. O colégio é uma instituição privada de porte médio com estrutura completa e que atende alunos de perfil socioeconômico de classe B. A metodologia adotada pela escola para o ensino médio é o sistema apostilado UNO. Para esta atividade pudemos contar com recursos de multimídia, disponíveis em todas as salas de aula, e com o fato de que todos os alunos possuem obrigatoriamente um tablet para uso pedagógico.

7.1 Produto aplicado: Literatura de Cordel

Para expor como se deu nossa experiência ao aplicar o produto, na sequência disponibilizamos o roteiro da nossa prática através dos itens: i. Quadro resumo, ii. Planejamento, iii. Apresentação da proposta aos alunos, iv. Produção e avaliação. A escolha do tema se deu pelo conhecimento das Leis de Newton estarem sendo tratadas na escola.

i. Quadro de análise

NARRATIVA	
TIPO	Literatura de Cordel
TÍTULO	Pitelim e as Leis de Newton
AUTOR	Autoria de Lima, J.; Sousa, J; Feitosa, S.
CONTEÚDO	Leis de Newton e Movimento Circular Uniforme
OBJETIVO GERAL	Oportunizar a apreensão de conhecimentos das leis de Newton e de movimento circular uniforme (MCU) através da literatura de cordel

OBJETIVO ESPECÍFICO	Solicitar que os alunos produzam um texto de cordel que seja capaz de comunicar conhecimentos de MCU e leis de Newton
QUANTIDADE DE AULAS ADICIONAIS	Duas
RECURSOS DIDÁTICOS: Textos guia	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Texto guia para apropriação das características da literatura de cordel. Nossa opção foi o texto disponível em: < http://cordelobrasil.com.br/v1/aprenda-fazer-um-cordel/> 2. Cordel Pitelim e as Leis de Newton disponível para consulta online em: <http://afisicaemcordel.blogspot.com/2009/02/pitelim-e-as-leis-de-newton.html> 3. Texto guia contendo instrução para produção e avaliação do cordel. 	
TRECHO DA OBRA:	
<p>(...) <i>Pitelim tem dois menino / Um grande e outro pequeno / Que estudava no grupo / E lá foram aprendeno / O mais véi e mais astuto / Com a física foi se meteno</i></p> <p>(...) <i>Lá no grupo o professor / Começou logo a explicar / Umas ta de Lei de Newton¹ / Mandou o moleque estudar / Ele se agarrou aos livros / E se pois a pesquisar</i></p> <p>(...) <i>Quando chegou em casa / O seu pai tava danado / Ele tinha caído do burro / Ficou todo arrebetado / O bicho empancou de vez / E pra frente ele foi jogado²</i></p> <p>(...) <i>Ciba muito do tranqüilo / Dando uma de entendido / Disse, Isso né mulher não! / Deixe eu contar o moído, / Aprendi hoje na escola / As leis dum cabra sabido</i></p> <p>(...) <i>O nome dele é Newton / Um caboclo estudioso / Estudando a natureza / Descobriu um fato curioso / Quando um corpo tá parado / Só quer ficar em repouso</i></p> <p>(...) <i>Esse cabra também mostrou / Outro ponto interessante / Para um corpo se movendo / Num lugar aconchegante / Se num houver o atrito / Será nula a força resultante³</i></p> <p><i>Além de estudar a inércia / Mais duas leis ele estudou / Falou da gravitação universal⁴, / E noutras coisas ele pensou / Vou explicar mais um pouco / Esse assunto pro sinhô/</i></p> <p><i>Existe uma segunda lei⁴ / Que né complicada não, / Ela diz que uma força / É massa vezes aceleração / Pra entender o moído / Vou lhe dar uma explicação.</i></p>	

MICROANÁLISE:

[1] Neste trecho do cordel observa-se a inserção da personagem que por intermédio dos estudos passará a conhecer as leis de Newton.

[2] Inércia

[3] Força resultante, 2^o e 3^o leis de Newton

[4] Gravitação Universal

ii. Planejamento

Para a aplicação desta primeira narrativa, optamos por aproveitar o momento de conclusão do conteúdo trabalhado no terceiro bimestre que foi de movimento circular uniforme e leis de Newton e suas aplicações. Aliado a isso, dispúnhamos do cordel supracitado, “Pitelim e as Leis de Newton”, que além de bem elaborado, é divertido e converge para uma das temáticas que estávamos tratando: leis de Newton. Havia também a vantagem de o texto estar disponível online, conseqüentemente, acessível a todos os estudantes.

Paralelamente, solicitamos junto a professora de literatura informações a respeito dos conhecimentos dos estudantes sobre literatura de cordel, que por sua vez nos informou que os alunos já haviam estudado esse tipo de texto literário e se ofereceu para retomá-lo.

iii. Apresentação da proposta aos alunos

Como havíamos citado anteriormente, os estudantes estavam concluindo o capítulo de MCU e leis de Newton, sendo que as estratégias pedagógicas correntes para apresentação do conteúdo se basearam em aulas expositivas dialogadas permeadas pelo uso da apostila, simulações virtuais, realização de experimentos no laboratório de física e resolução de exercícios pelo professor e pelos alunos. Ao final deste ciclo uma avaliação individual que já constava do planejamento do professor foi aplicada.

Na aula seguinte, já com os resultados da avaliação, ocorreu a devolutiva. Discutimos com os estudantes seus erros e acertos, oportunizando assim a retomada dos conceitos.

Nesta mesma aula apresentamos a proposta aos alunos procurando deixar claro o nosso objetivo específico. Iniciamos um diálogo para falarmos

sobre a literatura de cordel projetando o texto guia 1 e nos apropriando das informações nele contidas como pré-requisito para a produção vindoura dos cordéis, ou seja, introduzir as narrativas para melhor compreensão do tema estudado.

Texto Guia 1
Aprenda fazer um cordel
Autoria: Izaías Gomes de Assis – cordelobrasil.com.br
<p>O que é literatura de cordel?</p> <p>É uma narrativa poética popular escrita com métrica e com rimas soantes (perfeitas ou quase perfeitas).</p> <p>O que é um verso?</p> <p>É cada uma das linhas constitutivas de um poema. (o mesmo que pé).</p> <p>Versos brancos: versos não rimados;</p> <p>Versos soltos. Verso de seis pés: sextilhas</p> <p>Verso de pé quebrado: Verso errado ou malfeito</p> <p>O que é estrofe?</p> <p>É um grupo de versos que apresentam, comumente, sentido completo, o mesmo que estância. Existem vários tipos de estrofes, no cordel as mais usadas são: quadra (que caiu em desuso), sextilha, setilha e décima. Veja os exemplos abaixo:</p> <p>Quadra (estrofes de quatro versos de sete sílabas)</p> <p>O sabonete cheiroso, Bonitinho e perfumado; Ele ouviu alguns rumores Que o deixou encabulado. (A briga do sabão com o sabonete, Izaías Gomes de Assis)</p> <p>Sextilhas (estrofes de seis versos de sete sílabas)</p> <p>A sujeira aqui em baixo Já está fazendo mal E o Homem achando pouco Lá no Espaço Sideral Contamina nossa órbita Com o lixo espacial. (A Terra pede socorro, Izaías Gomes de Assis)</p> <p>Setilhas (estrofes de sete versos de sete sílabas)</p> <p>Bin Laden conectado Com Nete ficou teclando Passando noites no Messagen Por ela se declarando. Bom! Gosto não se discute, Mas não é que pelo Orkut Um romance foi rolando. (Férias que Bin Laden passou em Natal, Izaías Gomes de Assis)</p> <p>Décimas</p>

Se eu morrer neste lugar
 Cessando aqui minha lida
 Lá do outro lado da vida
 Do Sertão hei de lembrar
 E se Deus me castigar
 Será branda a punição
 Pois ele dirá então:
 – Pior castigo foi ser
 Um sertanejo e viver
 Distante lá do Sertão. (Saudades do meu sertão, Izaías Gomes de Assis)

O que é métrica?

Arte que ensina os elementos necessários à feitura de versos medidos. Sistema de versificação particular a um poeta: (Dicionário Aurélio).

Uma sílaba poética é diferente de uma sílaba comum. É possível unir duas ou mais sílabas ou fonemas em apenas uma sílaba poética. Veja o verso abaixo:

Lá do_ou tro la do da vi da

Observe que essa estrofe tem oito sílabas comuns, mas poeticamente só tem sete sílabas metrificadas.

1 2 3 4 5 6 7
 Lá do ou tro la do da vi da

A sílaba poética é pronunciada como ouvimos os versos, por isso a sonoridade é importante num verso metrificado (a essa contração dá-se o nome de crase ou elisão) e só se conta as sílabas até a sílaba tônica da última palavra.

Veja outro exemplo:

Em pleno século **vinte**,
 O colossal transatl**ântico**
 Partindo lá da_Inglaterra
 E atravessando o Atl**ântico**,
 Chega à_ América em cem **horas**.
 Feito digno de **cântico**. (Manuel Azevedo, A tragédia do Nyengurg)

As sílabas em negrito são as sílabas tônicas das últimas palavras, onde termina a contagem das sílabas métricas, e as sílabas sublinhadas são as que se contraem formando uma única sílaba.

Observa-se que três vocais se contraindo no quinto verso e no sexto verso a consoante “g” forma uma sílaba. Na literatura de cordel geralmente usa-se os versos de sete sílabas (redondilhas maiores) e os versos de dez sílabas (decassílabos). Outro ex.:

Vou narrar uma história
 De_ um pavão misterioso
 Que levantou vôo da Grécia
 Com um rapaz corajoso
 Raptando_ uma condessa
 Filha de_ um conde_ orgulhoso. (* Romance do Pavão Misterioso.)

O que é rima?

Identidade de som na terminação de duas ou mais palavras. Palavra que rima com outra.

Rimas ricas: Rimas entre palavras de que só existem poucas, ou raríssimas, (chamadas também de rimas difíceis) com a mesma terminação, como novembro e dezembro; tímido e úmido, ou, segundo critério mais seguro, entre palavras de classes gramaticais distintas, como santo (adjetivo) e enquanto (conjunção), minha (pronome) e caminha (verbo).

Rimas pobres: Rimas entre palavras de que se encontra superabundância com a mesma terminação, (chamadas também de rimas fáceis) como agonia e sombria; caminhão e pão ou entre palavras antônimas, como fiel e infiel, simpático e antipático, ou, ainda, segundo critério

preferível, entre vocábulos da mesma classe gramatical, como chorasse (verbo) e cantasse (verbo); meu (pronome) e seu (pronome).

Rimas toantes: Aquelas em que só há identidade de sons nas vogais, a começar das vogais tônicas até a última letra ou fonema, ou algumas vezes, só nas vogais tônicas, ex.: fuso e veludo; cálida e lágrima. (essa forma não é aceita na cantoria nem na literatura de cordel).

Rimas consoantes: As que se conformam inteiramente no som desde a vogal tônica até a última letra ou fonema. Ex.: fecundo e mundo; amigo e contigo; doce e fosse; pálido e válido; moita e afoita. (essa é a forma adotada nas cantorias e na literatura de cordel por ser uma rima perfeita).

Palavras com grafia diferente, mas com fonemas (sons) iguais são consideradas rimas perfeitas, ex.: chorasse e face; princesa e riqueza; peça e pressa; seis e mês; faz e mais, PT e dendê.

Temos que ter maior cuidado com palavras estrangeiras, porém podem ser usadas, ex.: discute e orkut; batuque e notebook; bauex e você; Internet e chevette, gay e rei. (Existe uma linha de poetas contemporâneos que não utilizam a rima com grafia diferente).

Rimas aparentes (em hipótese alguma se usa no cordel)

São palavras que enganam pelas suas sonoridades parecem que rimam com outras, porém não rimam, ex.: Ceará e cantar; café e chofer; doutor e cantou; desistir e aqui; preferido e amigo; esperto e concreto, pensamento e centro; menina e clima; métrica e genérica; pensamento e tempo vazio e sumiu; cururu e azul.

Cuidado que tem palavras que praticamente não existem rimas para elas, ex.: pizza, tempo, cinza e lâmpada.

CUIDADO: Não se rima plural com singular.

Devido um fato histórico-linguístico não se rima palavras terminadas em “l” com terminadas em “u”, ex.: Brasil e viu; Natal e bacurau Gabriel e chapéu não rimam.

Posteriormente, projetamos o texto guia 2 e nos utilizamos dele como exemplo de produção de um cordel com o mote leis de Newton. Para tal, fizemos a leitura e análise do texto, discutindo as suas características literárias e os apontamentos da física nele contido.

Texto Guia 2

Pitelim e as Leis de Newton

Autoria de J Lima, J Sousa , S feitosa

Pitelim é um matuto / Que tudo quer intendê / Pense num cabra danado / Em tudo quer se meter / Botou os filho na escola / Pra sê doutô quando crescer

Nosso amigo é um caboclo / Desses bem conversado / Sempre quis estudar / Mas o destino não o ajudou / Teve de trabaíá na roça / Foi isso que o educou

Pitelim tem dois menino / Um grande e outro pequeno / Que estudava no grupo / E lá foram aprendeno / O mais véi e mais astuto / Com a física foi se meteno

Lá no grupo o professor / Começou logo a explicar / Umas ta de Lei de Newton / Mandou o moleque estudar / Ele se agarrou aos livros / E se pois a pesquisar

Quando chegou em casa / O seu pai tava danado / Ele tinha caído do burro / Ficou todo arreventado / O bicho empancou de vez / E pra frente ele foi jogado

Ciba foi se aproximando / Começou logo a mangar / Disse que foi a inércia / Que fez seu pai avoar / Pitelim sem entender nada / Gritou logo, venha cá:

Conte logo essa história / Já tou ficano é nervoso / Quem é essa tal de inércia / Pois tou todo doloroso / Quero saber porque ela / Me derrubou do Teimoso

Ciba muito do tranqüilo / Dando uma de entendido / Disse, Isso né mulher não! / Deixe eu contar o moído, / Aprendi hoje na escola / As leis dum cabra sabido

O nome dele é Newton / Um caboclo estudioso / Estudando a natureza / Descobriu um fato curioso / Quando um corpo tá parado / Só quer ficar em repouso

Esse cabra também mostrou / Outro ponto interessante / Para um corpo se movendo / Num lugar aconchegante / Se num houver o atrito / Será nula a força resultante

Pitelim foi se animando / Inté começou a entender / As idéias que seu filho / Passou a lhe fornecer / Até pediu outro exemplo / Pra nunca mai se esquecer

Ciba muito empolgado / Um outro exemplo contou: / Um cabra vinha de oimbo / E um cochilo ele tirou / Aí acontece uma freada / No chão o cabra acordou

A primeira lei de Newton / Conhecida como inércia / Foi observando fenômenos/ Em uma de suas peripécias / Que Newton a desenvolveu / Inté parece uma conversa

Pitelim todo abestalhado / Com a sabedoria do Ciba / Começou a bater palma / Ciba de nariz pra riba / Disse painho tenha calma / Que nós só demo a partida

Quem observou tudo isso / Foi um grande pesquisador / Que de tanto ele curiar / Muitas coisas nos deixou / Conhecido como Newton / Nem sei se era doutor

Além de estudar a inércia / Mais duas leis ele estudou / Falou da gravitação universal, / E noutras coisas ele pensou / Vou explicar mais um pouco / Esse assunto pro sinhô

Falei apenas o princípio / Desse assunto mal criado / Tem até um mói de livro / Sobre Newton publicado / A mecânica newtoniana / Assunto muito estudado

Existe uma segunda lei / Que né complicada não, / Ela diz que uma força / É massa vezes aceleração / Pra entender o moído / Vou lhe dar uma explicação

Quando a gente vai num sitio / Atrás de fruta pra comer / Joga uma pedra na manga / E ela começa a descer / É por causa dessa lei / Que isso vem a acontecer

Algo puxa ela pra baixo / Sem ninguém poder notar / Por causa da gravidade / Pense numa força especia / Em tudo quanto tem massa / Essa danada pode atuar

(...)

iv. Produção e avaliação

Após apresentação dos textos guia 1 e 2, passamos a discorrer sobre os critérios de produção e avaliação.

Disponibilizamos aos alunos o texto guia 3, que contém as regras da atividade, estabelecendo a obrigatoriedade da entrega das produções de cordéis, por valer nota, e com prazo para duas semanas. Como, no caso

específico desse colégio, há possibilidade de aplicar uma avaliação intermediária denominado trabalho em grupo (TG) com valor de 7 pontos, que é a média das atividades solicitadas pelo professor, o critério de avaliação determinado foi que o cordel seria mais um instrumento de avaliação que participaria da composição deste TG.

Texto Guia 3

Instruções para produção e avaliação do trabalho:

Criar um cordel para ensinar física

A seguir, temos um pequeno texto que objetiva registrar e instruir os alunos quanto aos principais combinados desta atividade. Pela nossa experiência docente, sabemos que, apesar de termos falado com os alunos os combinados em aula, é importante gerar um registro instrucional.

Trabalho: Criar um cordel para ensinar física.

Objetivo: Produzir um cordel que comunique conhecimentos de Movimento Circular Uniforme ou leis de Newton.

Regras:

1. Produzir o cordel de acordo com as características básicas de um cordel. (folheto, gravura, métrica etc.). Ao final, disponibilizo um link didático sobre as características do cordel. Você receberá uma instrução adicional da professora de literatura, no entanto, recomendo a você que assista a um vídeo sobre o cordel no youtube, tem diversos à disposição.
2. Pode ser impresso ou manuscrito.
3. O seu objetivo deve ser de ensinar os conhecimentos de física propostos no objetivo através do cordel, ou seja, seja rigoroso quanto a correção dos conceitos e o mais didático possível.
4. Procure ser criativo quanto as rimas e siga as dicas e regras apontadas no texto que que apontei.
5. Quanto ao conteúdo contemplado no cordel, escolha entre MCU ou leis de Newton, podendo ser ambos inclusive.
6. Prazo de entrega: Duas semanas partir da data de publicação deste texto.
7. Avaliação: Compõe a nota do trabalho individual (TI) 7 pontos.

Critérios:

- b) Correção dos conceitos de física; (até 4 pontos);
- c) Atendimentos às características do cordel; (até 1 ponto);
- d) Criatividade nas rimas (rima pobre X rima rica) (até 1 ponto);
- e) Correção na confecção das estrofes (sextilha, setilha etc.) (até 1 ponto)

Referências:

1. Sobre o cordel: <http://cordelobrasil.com.br/v1/aprenda-fazer-um-cordel/>
2. Exemplo: Pitelim e as Leis de Newton: <http://afisicaemcordel.blogspot.com/2009/02/pitelim-e-as-leis-de-newton.html>

Capítulo 8: Resultados

A partir da explicação das atividades os estudantes foram convidados a produzir os cordéis como produções individuais que explicitassem seu entendimento sobre determinados conhecimentos das Leis de Newton e MCU. Para tanto, os alunos tiveram que trabalhar tanto seu saber específico como a criatividade artística e literária para produção do material. Fazemos algumas análises de trabalhos apresentados que podemos destacar.

i) Grupo 1: Cordel "As leis de Newton"

O primeiro grupo a ser analisado se constitui de 4 alunos (1 menino e 3 meninas) do 1 ano do EM. Dentre eles, 2 possuem maior interesse em áreas de linguagens e 2 nas áreas de exatas e experimentais. Contudo, todos os participantes deste grupo são considerados bons alunos pela equipe docente multidisciplinar do colégio. O grupo atendeu ao combinado de produzir um cordel nos moldes do tradicional e de acordo com as orientações recebidas durante o processo. A ilustração da capa não foi feita em xilogravura - o que é esperado, visto que a confecção através da chapa de madeira é trabalhosa - mas foi confeccionada com características estéticas similares às apresentadas em cordéis, com bastante capricho e criatividade, combinando a figura do Newton com a cultura nordestina geratriz da popularização do cordel no Brasil, como podemos conferir na figura.

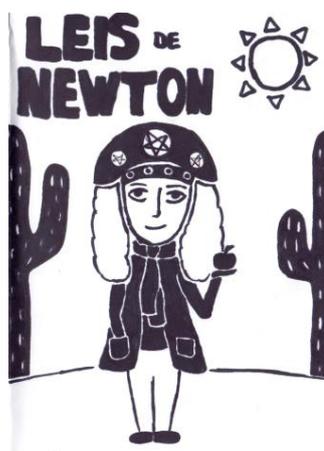


Figura 11: Capa do Cordel Leis de Newton
Fonte: (Alunos do Grupo 1, 2018)

Analisando o texto do Cordel do grupo 1 (figura 12), pode-se observar que o grupo é bastante eficiente ao utilizar desta narrativa, e, através de um bom uso das rimas, discutir aspectos da natureza das ciências e os mitos que estão associados a alguns fenômenos.

Na primeira estrofe observamos que o grupo remete à biografia de Newton. Ainda que “doido” e “insolente” não correspondam ao que se descreve do cientista, sua excentricidade foi conhecida, assim como sua genialidade, exposta através da “sede voraz” pelo “conhecimento” denotada no último e penúltimo pé da estrofe.

Na segunda estrofe comparece a fábula da queda da maçã na cabeça de Newton, que teria sido o gatilho para criação da teoria da gravidade, mas que no texto do grupo está conectada a 3^o lei de Newton como se observa na terceira estrofe. Estas duas estrofes nos comunicam algo relevante sobre o capital cultural do grupo. Considerando que o professor nunca citou a fábula da maçã em sala de aula, podemos inferir que o grupo está municiado de conhecimentos advindos de sua experiência extraclasses, e conseqüentemente isso refletiu na boa qualidade de sua produção e na oportunidade para trazer à discussão a ampliação da temática.

É interessante observar a preocupação dos alunos em trazer para o texto do cordel a explicação matemática (“toda força que sentiu era massa vezes aceleração”, 2^o lei de Newton e “mi”, “veiz”, “enezão”) que reflete seu conhecimento a representação matemática. Esse fator é interessante, pois em geral, os críticos a esse tipo de atividade apontam a limitação no uso da matemática, contudo, pode-se perceber que ainda que sob outro viés da linguagem, esse saber ainda se mostra significativo para os alunos.

Na última estrofe observa-se a discussão do conceito de força, sendo que, além de notório que houve uma boa apreensão de conceitos básicos discutidos em sala, evidencia-se uma boa dose de criatividade por parte dos estudantes ao comunicar que as forças atuam aos pares: “a força é entidade se manifesta em paridade”.

Seu Newtinho era um capataz Muito doido e insolente Tinha uma cabecinha sagaz Incompreendido por muita gente Tinha uma sede voraz De saber mais que o presidente	Logo, Newtin deduziu Uma segunda lei Toda força que sentiu Era massa vezes aceleração Vários tipos atribuiu Como Motriz e de Tração
Certo dia, Newtinho saiu Lá pro quintal de seu sobrado Leu tanto que dormiu Acordou com um galo dado "O que foi isso?", repetiu Uma maçã, seu retardado	Também fez questão De criar outro conceito Atrito era o arrastão Que o chão dava de jeito Sempre "mi", "veiz", "enezão" Cinético e estático, perfeito
Newtinho analisava friamente Aquilo que havia ocorrido A dor na cuca era latente Ação e reação, pensou A maçã rapidamente E a dor que lhe causou	Que que é força? indagou Força não é, contrariou A Força é entidade Se manifesta em paridade E como mede, Gilberto? Em Newtin, ô esperto.
Chamou aquilo de lei Não a do deputado Mas uma da natureza Ficou intê emocionado Não sabia a impoeteza De seu estudo esforçado	

Figura 12: Texto do Cordel Leis de Newton

Fonte: (Alunos do Grupo 1, 2018)

No momento da devolutiva aos estudantes a primeira ação do professor foi a de se reunir com os grupos e lhes compartilhar sua análise da atividade. Após a devolutiva, os grupos foram solicitados a compartilhar a leitura do cordel com os colegas de sala tratando de explicar, sob o olhar da física, suas colocações no texto. Também foi solicitado ao grupo que respondessem algumas perguntas que nos ajudaram a inferir o resultado da aplicação deste produto.

Questionário
Grupo: <u>1</u>
Título do Cordel: <u>As leis de Newton</u>
Prezado aluno, sua devolutiva é muito importante para o aprimoramento das nossas práticas pedagógicas. Sendo assim, peço que responda às perguntas abaixo com sinceridade, elas não valem nota, mas valem o apreço que o professor tem pela sua participação.
1. <i>Você acredita que a atividade proposta ajudou a melhorar sua compreensão a respeito do conteúdo abordado na aula? Por favor, explique a partir de sua experiência em sala de aula.</i>
<i>Sim, foi uma forma de revisar o conteúdo explorando a criatividade, para aqueles do grupo que tem mais afinidade com o lado criativo tornou a matéria mais interessante.</i>
2. <i>O que você achou em trabalhar com cordel em uma aula de física? Quais foram suas dificuldades em relação a produção do cordel?</i>

Achei a proposta interessante porque a física geralmente tem apenas contas e aprender a matéria de um jeito mais criativo conseguiu atingir quem tem facilidade em ambas as áreas. A parte mais difícil de fazer o cordel foi fazer a métrica corretamente.

3. *Você considera que o conteúdo da disciplina fez diferença para elaborar o cordel?*

Sim, pois o conteúdo eram mais teorias, então facilitou na hora de escrever pois já tínhamos o assunto formado e o conhecimento necessário.

4. *Escreva, caso queira, suas críticas e sugestões para o aprimoramento desta prática. Não respondeu.*

ii) Grupo 2 - Cordel "A física em cordel"

O segundo grupo a ser analisado se constitui de 2 alunas do 1 ano do EM. Apesar da ilustração da capa não ser autoral, e conseqüentemente, descontextualizada, de maneira geral a dupla se atentou bem às orientações e conseguiu produzir um texto interessante.



Figura 13: Capa do Cordel: A física em Cordel

Fonte: (Alunas do Grupo 2, 2018)

Analisando o texto do Cordel do grupo 2 (figura 14), verificamos que as alunas abordaram ambos os temas propostos na atividade, leis de Newton e MCU. Apesar da aparente confusão em relação à clássica classificação numérica das leis de Newton, verificou-se que nos dois primeiros pés da estrofe inicial, as estudantes procuram fazer uma analogia da terceira lei de Newton (elas classificam como segunda lei) com o princípio da atração/repulsão de cargas elétricas. Importante salientar que as alunas se valeram de

conhecimentos prévios de eletrostática (estudados no 9º ano) já que no bimestre corrente o conteúdo não é de eletricidade.

Na segunda estrofe novamente a ação e reação figura quando há menção da força de reação que uma parede exerceria na mão de alguém que a acertasse: “*tente ação e reação*” e “*quebrar sua mão*”. Na terceira estrofe a primeira lei é comunicada de uma maneira bastante criativa: “*é fácil de aprender / mas entendi se quiser parar / afinal você estará em inércia / Você tende a ficar no mesmo lugar*”.

Na quarta estrofe a dupla modula o tema para o MCU deixando implícito a dependência da frequência da velocidade angular “*vamos aumentar a frequência deste cordel / assim aumentamos a velocidade angular*”. Finalmente na quinta estrofe a estratégia da quarta é repetida quando comunicam que a velocidade linear depende do raio.

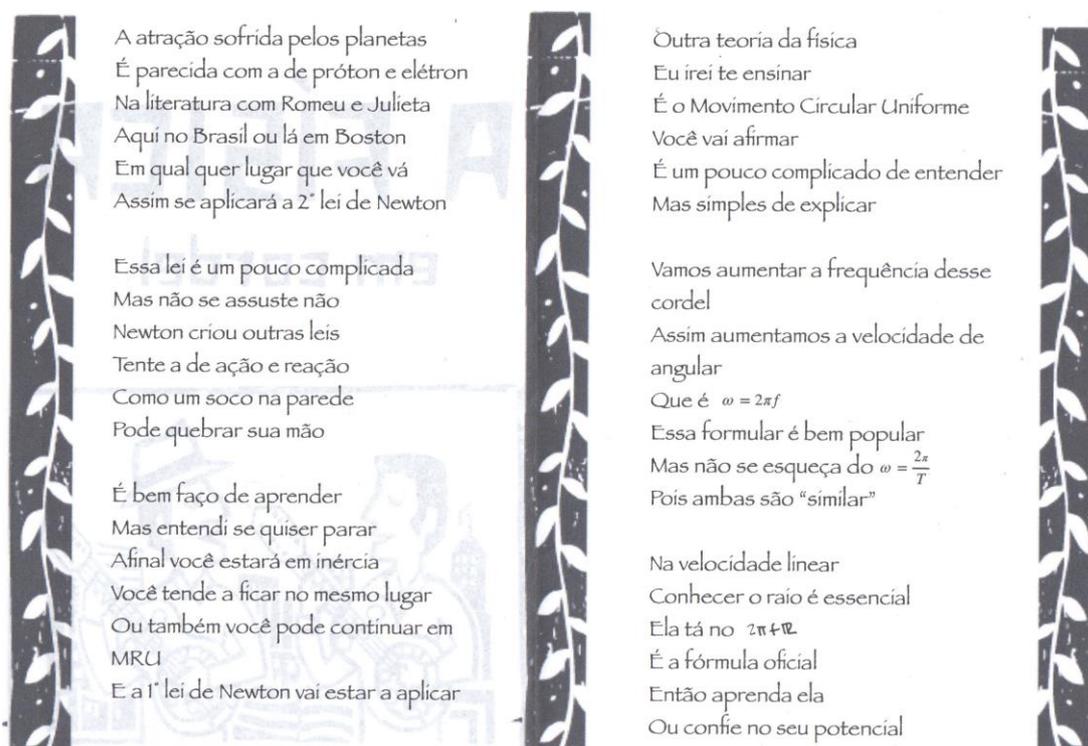


Figura 14: Texto do Cordel A física em Cordel
Fonte: (Alunas do Grupo 2, 2018)

Questionário
Grupo: <u>2</u>
Título do Cordel: A física em cordel _____
Prezado aluno, sua devolutiva é muito importante para o aprimoramento das nossas práticas pedagógicas. Sendo assim, peço que responda às perguntas abaixo com sinceridade, elas não valem nota, mas valem o apreço que o professor tem pela sua participação.
1. <i>Você acredita que a atividade proposta ajudou a melhorar sua compreensão a respeito do conteúdo abordado na aula? Por favor, explique a partir de sua experiência em sala de aula.</i>
<i>Sim, durante a aula lembrei de alguns versos, o que facilitou a nossa compreensão.</i>
2. <i>O que você achou em trabalhar com cordel em uma aula de física? Quais foram suas dificuldades em relação a produção do cordel?</i>
<i>Achei muito legal. As dificuldades foram poucas, porém achamos complicado fazer as rimas.</i>
3. <i>Você considera que o conteúdo da disciplina fez diferença para elaborar o cordel?</i>
<i>Sim, pois a física é um conteúdo bem mais de cálculo do que teórico, o que dificulta um pouco as rimas.</i>
4. <i>Escreva, caso queira, suas críticas e sugestões para o aprimoramento desta prática.</i>

iii) Grupo 3 - Cordel "Leis de Newton"

Assim como o segundo, o terceiro grupo a ser analisado se constitui de 2 alunas do 1 ano do EM. A ilustração da capa é uma caricatura de Newton, e apesar de não ser descontextualizada, não procura remeter a tradição cordelista observada nas capas dos cordéis nordestinos. Contudo não há prejuízo para o trabalho, visto que o texto das alunas foi bem produzido, é bastante claro, divertido e dotado de um bom rigor fenomenológico.

Ao ler o texto do Cordel do grupo 3 (figura 15), verificamos que as alunas focaram seu cordel nas leis de Newton. A primeira estrofe é um chamamento para a leitura, que nada comunica das leis de Newton, mas que deixa claro o entendimento que as alunas tiveram da literatura de cordel onde é comum observarmos esse tipo de introdução de apologia à leitura do cordel. Na segunda estrofe a 1ª lei de Newton é bem abordada, comunicando tanto a tendência de um corpo ficar parado ou em MRU caso não sofra ação de força resultante não nula.

Já na terceira estrofe, assim como o primeiro grupo analisado, este cordel trata da segunda lei matematicamente, de maneira bem objetiva, com boa correção e conseguindo manter a rima. Na quarta estrofe o texto confere uma

boa explicação sobre a terceira lei de Newton, e a última estrofe nos chama a atenção pela criatividade ao usar de um trocadilho para mencionar a inércia de um corpo: “e por isso estou indo embora / se ninguém vier me parar continuarei seguindo / se entendeu esse trocadilho / então as leis tu tá usufruindo”.



Figura 15: Texto e capa do Cordel Leis de Newton

Fonte: (Alunas do Grupo 3, 2018)

Questionário
Grupo: <u>3</u>
Título do Cordel: <u>Leis de Newton</u>
Prezado aluno, sua devolutiva é muito importante para o aprimoramento das nossas práticas pedagógicas. Sendo assim, peço que responda às perguntas abaixo com sinceridade, elas não valem nota, mas valem o apreço que o professor tem pela sua participação.
1. <i>Você acredita que a atividade proposta ajudou a melhorar sua compreensão a respeito do conteúdo abordado na aula? Por favor, explique a partir de sua experiência em sala de aula.</i>
<i>A atividade ajudou muito e facilitou a compreensão do conteúdo abordado, pois foi preciso pesquisa e aprofundamento sobre o tema para montar o cordel. Além disso, as rimas ajudaram a decorar parte da matéria e usá-las na prova.</i>
2. <i>O que você achou em trabalhar com cordel em uma aula de física? Quais foram suas dificuldades em relação a produção do cordel?</i>
<i>Trabalhar com cordel em física foi algo inusitado, porém rico, pois me fez perceber que as matérias estão ligadas e podem se relacionar para facilitar a compreensão destas. A maior dificuldade para a produção do cordel foi relacionada a estrutura: dificuldade em contar sílabas métricas e em rimar.</i>
3. <i>Você considera que o conteúdo da disciplina fez diferença para elaborar o cordel?</i>

O conteúdo, por ser amplo, permitiu vários caminhos para o cordel: uso de apenas uma lei, de todas, mesclar movimento circular etc. Isso facilitou a construção das sentenças, mas é possível notar que aquele tema e conteúdo podem ser colocados em um cordel.

4. Escreva, caso queira, suas críticas e sugestões para o aprimoramento desta prática.

Como percebi que tiveram alunos que não deram verdadeira importância ao projeto, buscando aproximar estes da literatura, cultura e física aplicada a estes, uma competição de cordéis poderia ser feita em sala, com votação e um pequeno prêmio misterioso, como um livro de cordéis ou até mesmo um pequeno bônus na média.

iv) Grupo 4 - Cordel "Leis de Newton"

O quarto grupo que aqui trazemos constitui de 3 alunas e 1 aluno do 1 ano do EM. Em seu texto de Cordel (figura 17), observamos que os alunos focaram em tratar apenas das leis de Newton. A primeira estrofe apresenta uma explicação sobre a primeira lei de Newton, a inércia. Os alunos ficaram atentos às rimas e, conseguiram apresentar uma explicação adequada à lei mencionada. A segunda estrofe careceria de um pouco mais de coesão e correção quanto a temática, no entanto, percebemos que o objetivo foi de dar uma explicação geral sobre como as forças atuam na natureza e a percepção de que uma força nunca age sozinha, da mesma maneira que se houver alguma deformação existira uma força elástica, o ente físico mencionado na estrofe.

Já na terceira estrofe, este cordel trata da segunda lei de Newton, de maneira bem-humorada, envolvendo carinhosamente o professor. Na quarta estrofe o texto apresenta uma explicação coerente sobre a terceira lei de Newton, e de forma descontraída terminam a estrofe agradecendo ao professor.

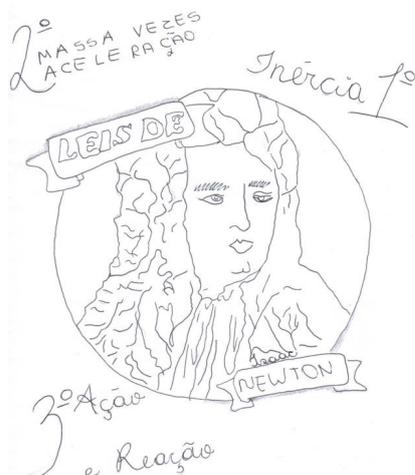


Figura 16: capa do Cordel Leis de Newton
Fonte: (Alunas do Grupo 4, 2018)

Presta atenção que eu falar	Existe uma segunda eu
A primeira vou mandar	Que difícil não é não
Com os corpos equilibrados	Ela diz que a força
Sob inércia vão estar	É massa vezes aceleração
Soma das forças da zero	Só decore essa fórmula
Até outro lá atuar	Para alegrar o Toniao
Com as forças sempre aos pares	Toda ação tem reação
Gera uma deformação	Mesma força e direção
Surge com um ente físico	Com sentidos diferentes
Não um aceleração	Essa é a explicação
Sabendo de tudo isso	O obrigado é por tudo
Você vai tirar um deizao	Te amamos Toniao

Figura 17: Texto do Cordel Leis de Newton

Fonte: (Alunas do Grupo 3, 2018)

Questionário
Grupo: <u>4</u>
Título do Cordel: <u>Leis de Newton</u>
<p>Prezado aluno, sua devolutiva é muito importante para o aprimoramento das nossas práticas pedagógicas. Sendo assim, peço que responda às perguntas abaixo com sinceridade, elas não valem nota, mas valem o apreço que o professor tem pela sua participação.</p> <p>1. <i>Você acredita que a atividade proposta ajudou a melhorar sua compreensão a respeito do conteúdo abordado na aula? Por favor, explique a partir de sua experiência em sala de aula.</i></p> <p><i>Eu acho que ajudou sim, porque faz com que, de uma forma criativa, lembramos o conteúdo e aprimoramos com exemplos.</i></p> <p>2. <i>O que você achou em trabalhar com cordel em uma aula de física? Quais foram suas dificuldades em relação a produção do cordel?</i></p> <p><i>Foi bem legal, mas tive dificuldades sim principalmente com o número de sílabas de cada verso e com as rimas.</i></p> <p>3. <i>Você considera que o conteúdo da disciplina fez diferença para elaborar o cordel?</i></p> <p><i>Sim, porque quando o conteúdo tem muitas contas e números fica mais difícil.</i></p> <p>4. <i>Escreva, caso queira, suas críticas e sugestões para o aprimoramento desta prática.</i></p> <p><i>Seria bom fazermos mais trabalhos assim, para podermos aprender de forma mais dinâmica.</i></p>

v) Grupo 5 - Cordel "Leis de Newton"

Ainda o estamos tratando como grupo 5, este cordel foi uma produção individual de um aluno do 1º EM. Apesar de ter formatado a atividade como um folheto de cordel, o estudante não produziu uma ilustração de capa. Quanto ao texto (figura 15), percebemos que o aluno também discorreu apenas sobre as leis de Newton. Na primeira estrofe notamos uma apresentação à biografia do Newton especialmente quanto à sua multidisciplinaridade. Na segunda estrofe, cita a lei da Inércia, na terceira estrofe e quarta trata da Ação e Reação. Na quinta estrofe notamos uma explanação sobre a segunda lei de Newton, e, finalmente na última estrofe, encerra o Cordel retomando as contribuições que Newton deu para a ciência e ressaltando sua importância para os estudos.

Newton era muito inteligente	São três Leis de Newton
Toda ciência queria estudar	Lei da inércia e aceleração
Física, filosofia, matemática	A sua terceira lei
Sobre tudo podia discursar	Explica ação e reação
Sua grande descoberta	Graças a seus estudos
Foram leis que soube criar	Houve muita evolução
A Primeira Lei de Newton	A Segunda Lei de Newton
Sobre inércia vai falar	Vou dar a explicação
Um corpo em repouso	Princípio fundamental da dinâmica
Em repouso irá ficar	Tem que saber a expressão
Mas se está em movimento	Força é igual a massa
Continua a se movimentar	Multiplicada pela aceleração
A Terceira Lei de Newton	Newton fez muitas descobertas
Princípio de ação e reação	Para ciência ele colaborou
Para cada força de ação	Até hoje nós aprendemos
Há sempre uma reação	Tudo que ele estudou
De mesma intensidade e direção	Por isso é muito importante
O sentido não é o mesmo não.	Entendermos o que ele ensinou

Figura 18: Texto do Cordel Leis de Newton
Fonte: (Aluno do Grupo 5, 2018)

Questionário

Grupo: 5

Título do Cordel: Leis de Newton

Prezado aluno, sua devolutiva é muito importante para o aprimoramento das nossas práticas pedagógicas. Sendo assim, peço que responda às perguntas abaixo com sinceridade, elas não valem nota, mas valem o apreço que o professor tem pela sua participação.

1. *Você acredita que a atividade proposta ajudou a melhorar sua compreensão a respeito do conteúdo abordado na aula? Por favor, explique a partir de sua experiência em sala de aula.*

Sim, eu consegui entender melhor a matéria.

2. *O que você achou em trabalhar com cordel em uma aula de física? Quais foram suas dificuldades em relação a produção do cordel?*

Interessante e criativo.

3. *Você considera que o conteúdo da disciplina fez diferença para elaborar o cordel?*

Sim.

4. *Escreva, caso queira, suas críticas e sugestões para o aprimoramento desta prática.*

Não respondeu.

Os cinco exemplos supracitados são um recorte dos resultados experimentados ao lançarmos mão de uma atividade diferenciada que foge da narrativa tradicional ao comunicar ciência em sala de aula. Da forma como foi utilizada, interpolada com outras estratégias pedagógicas e de maneira interdisciplinar, pudemos perceber um bom aproveitamento e engajamento por parte da maioria dos alunos, pouquíssimos foram os estudantes que não “entregaram” a atividade. Ainda que haja um gradiente na qualidade dos trabalhos, observamos que um bom número de estudantes que normalmente esperaríamos nada produzir em se tratando das propostas de atividades nas aulas de física, optaram por contribuir na produção dos cordéis, como Silva e Arcanjo (2012) apontam:

“(...) o trabalho com a Literatura de Cordel, no contexto escolar, é extremamente valioso, na medida em que leva para os bancos escolares temas pertinentes que estão diretamente associados à formação dos discentes e associados à coletividade (...)” (p.2).

Considerações Finais

*Sei que a arte é irmã da ciência
Ambas filhas de um Deus fugaz
Gilberto Gil*

Avaliamos que este trabalho apresenta uma proposta diferenciada e raramente implementada, mas que, a julgar pela oportunidade de nossa experiência, se manifesta uma excelente ferramenta pedagógica para comunicar conhecimentos de ciência. A aplicação do produto educacional foi bastante satisfatória, logrando êxito em angariar a adesão da maioria dos estudantes quando da sua proposição, do qual observamos que sua execução concomitante com outras metodologias é potencialmente mais efetiva.

Lembrando que nossa proposta solicitava dos estudantes a produção de um cordel para tratar sobre as leis de Newton e sobre o MCU – conteúdos sendo finalizados-, obtivemos cordéis de excelente qualidade, com rigor quanto às regras literárias para produção do cordel, bem como bons níveis de correção quanto à física explanada.

A devolutiva dada pelos estudantes foi de encontro às nossas expectativas de ensinar física utilizando uma ferramenta diferenciada, que foge às tradicionais metodologias didáticas, e que desperte o interesse nos alunos os fazendo participar ativamente das aulas. Pudemos constatar a boa recepção da proposta tanto no transcorrer das aulas, quanto nas respostas dos questionários colhidos ao final da atividade.

À luz do exposto, oferecer uma proposta onde os conhecimentos científicos dialoguem com a arte, é oferecer ao estudante uma oportunidade de expressar conhecimentos científicos de acordo com seu contexto, já que uma das etapas da atividade é reescrevê-los de maneira que a sua realidade ou cultura esteja ali manifesta. Especialmente porque legamos o ensinamento que física é cultura e comparece nas mais variadas formas de expressão, seja na música, na literatura, no cinema, na pintura etc..

Referências Bibliográficas

ABREU, F.; FAWCETT, F.; SHAMBLIN, A.; YOUNG, A. **Rio 40 graus**. In: SLA 2 Be Sample. Brasil. EMI, 1942. LP.

ASSIS, I. G. **Aprenda fazer um cordel**. 2011. Disponível em: <<http://cordelobrasil.com.br/v1/aprenda-fazer-um-cordel/>> Acesso em: 10 setembro 2018.

ASSIS, J. M. M. de. **O espelho**. In: FIALHO E. A. L. (Orgs.). Contos Selecionados. 1. ed. Colatina: Clock-Book, 2016. P. 28-37.

BARBOSA, A.S.M.; PASSOS, C. M. B.; COELHO, A. de A. O cordel como recurso didático no ensino de ciências. **Experiências em Ensino de Ciências**, on-line, Ceará, V.6, n.2, agosto 2011. p. 161-168. Disponível em: <http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID154/v6_n2_a2011.pdf> Acesso em: 08 setembro 2018.

BARROSO, M. F. **Início Do MNPEF**. 2013. Disponível em <http://www.sbfisica.org.br/v1/index.php?option=com_content&view=article&id=489:inicio-do-mnpef&catid=150:opiniao&Itemid=316> Acesso em: 10 setembro 2018.

BOURDIEU, P. **A Escola conservadora: as desigualdades frente à escola e a cultura**. In: NOGUEIRA, M. A.; CATANI, A. (Orgs.). Escritos de Educação. Rio de Janeiro: Vozes, 2008a. p. 39-64.

BOURDIEU, P. **Os Três estados do capital cultural**. In: NOGUEIRA, M. A.; CATANI, A. (Orgs.). Escritos de Educação. Rio de Janeiro: Vozes, 2008b. p. 73-79.

BRASIL, **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio** - Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>>. Acesso em: 15 Junho 2018.

CAMPOS, R. S. P. de. **O Uso de Textos Alternativos para o Ensino de Ciências e a Formação Inicial de Professores de Ciências**. 2011. 123 f. Dissertação (Mestrado em Educação para Ciência) - Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru.

CANDIDO, A. **O direito à literatura**. In: Vários Escritos. 5 ed. Rio de Janeiro: Ouro sobre azul/ São Paulo: Duas Cidades, 2011. 272 p.

CASTRO, S. R. F. **A abordagem do plágio nos livros didáticos do ensino fundamental e na visão de autores**. 2017. 122 f., il. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade de Brasília, Brasília, 2017;

CDMF. **Nanoarte**: A arte de fazer arte. 1. ed. São Carlos: Apor, 2013. 100 p.

CHIZZOTI, A. **Pesquisa em ciências humanas e sociais**. 11. ed. São Paulo: Cortez, 2010. 164 p.

CUCHE, D. **O Conceito de Cultura nas Ciências Sociais**. 1. ed. Tradução de Viviane Ribeiro. Bauru: Edusc, 1999. 256 p.

CUNHA, R. C. A pesquisa narrativa: uma estratégia investigativa sobre o ser professor. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO DA UFPI, 5., Teresina, 2009. **5º Encontro de Pesquisa em Educação da UFPI**. Teresina: Edufpi, 2009, v. 1. Disponível em: <http://leg.ufpi.br/subsiteFiles/ppged/arquivos/files/eventos/evento2009/GT.2/35_Renata%20Cristina%20da%20Cunha.pdf>. Acesso em 27 agosto 2018.

FIORENTINI, D. LORENZATO, S. **Investigação em educação matemática**: percursos teóricos e metodológicos. 3. ed. Campinas: Autores Associados, 2012. 228 p.

FOUREZ, G. **Crise no ensino de ciências?** Investigações em ensino de ciências, Porto Alegre v.8, n.2 p. 109-123, ago. 2003. Disponível em <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/542/337>>. Acesso em: 25 abril 2018.

FREIRE, P. **Carta de Paulo Freire aos professores**. Estudos Avançados, v. 15, n. 42, São Paulo: USP, 2001, p. 259-268.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 17ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FREIRE, P.; SHOR, I. **Medo E Ousadia. O cotidiano do professor**. RJ: Paz e Terra, 1986. 312 p.

GALVÃO, C. Narrativas em Educação. **Ciênc. educ. (Bauru)**, Bauru, v. 11, n. 2, ago. 2005. p. 327-345. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132005000200013&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 27 agosto 2018.

GANCHO, C. V. **Como analisar narrativas**. 7. ed. São Paulo: Ática, 2006. 79 p.

GEDEÃO, A. Poema para Galileo. **A física na escola**, São Paulo, v. 3, n. 2, p. 9-10. out. 2002.

GESSINGER, H. **Outras Frequências**. In: do Hawaii, Engenheiros. Acústico MTV. Brasil: Universal Music, 2004. Faixa 11. DVD.

GIL, G. **Quanta**. In: GIL, Gilberto. **Quanta**. Rio de Janeiro: Warner Music, 1997. Faixa 1. LP.

GILMORE, R. **Alice no país do Quantum**. A física quântica ao alcance de todos. 1. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1998. 196 p.

GIROUX, H. A. **Qual o papel da pedagogia crítica nos estudos de língua e de cultura?**: In: Revista Crítica de Ciências Sociais, n., 73, p. 131-143, dez. 2005. Entrevista concedida a Manuela Guilherme. Disponível em: <www.ces.uc.pt/rccs/includes/download.php?id=911> Acesso em: 09 Julho 2018.

GURGEL, I.; WATANABE, G. **A Elaboração de Narrativas em Aulas de Física: A Aprendizagem em Ciências como Manifestação Cultural**. 1. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2017. 103 p.

HUMMES, J. M. **As funções do ensino de música na escola, sob a ótica da direção escolar**: um estudo nas escolas de Montenegro. 2004. 121 f.. Dissertação (Mestrado em Música) - UFRGS, Porto Alegre.

INEP. **Resumo técnico-Resultados do índice de desenvolvimento da educação básica 2005-2015**. SAEB. Brasília: INEP/Ministério da Educação, 2016. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/educacao_basica/portal_ideb/planilhas_para_download/2015/resumo_tecnico_ideb_2005-2015.pdf> Acesso: 01 junho 2018.

LIGHTMAN, A. **Sonhos de Einstein**. Tradução de Marcelo Levy. 1. ed. São Paulo: Companhia de Bolso, 2014. 176 p.

LIMA, J. **O estudo dos fluídos**. 2009. Disponível em <<http://afisicaemcordel.blogspot.com/2009/05/o-estudo-dos-fluidos.html>> Acesso em: 10 setembro 2018.

LIMA, J.; MOISÉS, J; FEITOSA, S. **Pitelim e o fantasma da eletricidade**. 2009. Disponível em <<http://afisicaemcordel.blogspot.com/2009/02/pitelim-e-o-fantasma-da-eletricidade.html>> Acesso em: 10 setembro 2018.

LIMA, J.; SOUSA, J; FEITOSA, S. **Pitelim e as Leis de Newton**. 2009. Disponível em < <http://afisicaemcordel.blogspot.com/2009/02/pitelim-e-as-leis-de-newton.html> > Acesso em: 10 setembro 2018.

LIMA, J.; SOUSA, J; FEITOSA, S. **Pitelim e o estudo das ondas**. 2013. Disponível em <<http://afisicaemcordel.blogspot.com/2013/04/pitelim-e-o-estudo-das-ondas-por-j-lima.html>> Acesso em: 10 setembro 2018.

LIMA, L. G. de; RICARDO, E. C. Física e Literatura: uma revisão bibliográfica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 32, n. 3, maio 2015. p. 577-617. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2015v32n3p577/30630>>. Acesso em: 07 setembro 2018.

MASSARANI, L.; MOREIRA, I. de C; ALMEIDA, C. Para que um diálogo entre ciência e arte? **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, Rio de Janeiro, v. 13, supl. out 2006. p. 7-10. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-59702006000500001&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 01 setembro 2018.

MECKE, K.R. A Imagem da Literatura na Física. **Gazeta de Física**, Coimbra, v. 27, n. 4, p. 4-13, jan. 2005. Disponível em: <http://nautilus.fis.uc.pt/gazeta/revistas/27_4/artigo1.pdf>. Acesso: 07 setembro 2018.

MORAES, A. G. E. de. **O diferencial de notas entre as escolas públicas e privadas no Brasil: uma nova abordagem quantílica**. 2012. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Economia, Administração e contabilidade de Ribeirão Preto – Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto.

MOREIRA, A. F. B. A contribuição de Michael Apple para o desenvolvimento de uma teoria curricular crítica no Brasil. **Forum Educacional**, [S.l.], v. 13, n. 4, set. 1989. P. 17-30. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/fe/article/view/61060>>. Acesso em: 08 Julho 2018.

MOREIRA, A. F. B. Currículos e programas no Brasil. 15. ed. São Paulo: Papyrus, 2008. 236 p.

MOREIRA, A. F. B.; SILVA, T. T. (Orgs.). **Currículo, Cultura e Sociedade**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1994. 154 p.

MOREIRA, I. de C. Poesia na sala da aula de ciências? **a Física na Escola**, São Paulo, v. 3, n. 1, p. 17-23, mai. 2002

MOREIRA, I. de C.; MASSARANI, L. (En)canto científico: temas de ciência em letras da música popular brasileira. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, Rio de Janeiro, v. 13, supl. out. 2006. p. 291-307. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-59702006000500018&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 05 setembro 2018.

MOREIRA, I. de C.; MASSARANI, L.; ALMEIDA, C. (orgs.). **Cordel e Ciência: a ciência em versos populares**. 1. ed. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2005. 252 p.

MOREIRA, I. de C.; MASSARANI, L. (En)canto científico: temas de ciência em letras da música popular brasileira. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, Rio de Janeiro, v. 13, supl. out. 2006. p. 291-307. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-59702006000500018&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 05 setembro 2018.

MOREIRA, M. A.; AXT, R. A questão das ênfases curriculares e a formação do professor de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 3, n. 2, jan. 1986. p. 66-78, jan. 1986. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7917/7283>>. Acesso em: 03 jul. 2018.

NOGUEIRA, C. M. M.; NOGUEIRA, M. A. **A sociologia da educação de Pierre Bourdieu: limites e contribuições**. Educação e Sociedade, Campinas, v. 23, n. 78, p. 15-35, abr. 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-73302002000200003&lng=en&nrm=iso> Acesso em: 15 abril 2018.

NOGUEIRA, M. A.; NOGUEIRA, C. M. M. **Bourdieu e a Educação**. Belo Horizonte: Autêntica, 2006.

REIS, N. **Segundo Sol**. In: REIS, Nando. *Infernal*. Brasil. WEA, 2001. Faixa 5. CD

RIBEIRO, R. M. L.; MARTINS, I. O potencial das narrativas como recurso para o ensino de ciências: uma análise em livros didáticos de Física. **Ciênc. educ. (Bauru)**, Bauru, v. 13, n. 3, dez. 2003. p. 293-309. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132007000300002&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 27 agosto 2018.

ROCKETH, R. **Uma noite e meia**. In: Marina Lima. *Virgem*. Brasil. Philips, 1987. Faixa 7. LP.

ROSA, Guimarães. **Primeiras estórias**. 15. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2008. 237 p.

SANTINI, Edmilson. **Da energia escura à luz que vem da sacada**. Rio de Janeiro: Observatório Nacional, 2012. Disponível em: <http://www.on.br/daed/imagens/cordel/revista_cordel.pdf>. Acesso em: 10 setembro 2018.

SANTOS, R. R. Dos.; RIGOLIN, C. C. D. Nanoarte como recurso pedagógico transdisciplinar: construindo conhecimento e consciência. In: **Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia**, 3., Ponta Grossa, 2012. **Anais...** Ponta Grossa, SINECT, 2012. p. 1-9. Disponível em: <<http://www.sinect.com.br/anais2012/html/artigos/ensino%20cie/36.pdf>>. Acesso em: 10 setembro 2018

SILVA, G. F da. **Astronomia: Ciência em versos de cordel -**: Kepler – Laplace -Senhor dos Anéis. Rio de Janeiro: Rovellet, 2012.

SILVA, G. F da. **Corpos Celestes: Ciência em versos de cordel -** Copérnico – Galileu -Constelação. Rio de Janeiro: Rovellet, 2009.

SILVA, G. F da. **Mecânica: Ciência em versos de cordel -**: Arquimedes – Isaac Newton. Rio de Janeiro: Rovellet, 2012.

SILVA, S. P. da. ARCANJO, J. G. **A Literatura de Cordel e o Ensino de Ciências: uma Linguagem Alternativa na Promoção da Reflexão Socioambiental.** Revista Virtual Partes. n. 15, 2012. Disponível em: <<http://www.recantodasletras.com.br/artigos/3932234>>. Acesso em: 10 junho. 2018.

SILVA, T. T. **Documentos de identidade: uma introdução às teorias do currículo.** 3. ed.; 9. reimp. - Belo Horizonte: Autêntica, 2017. 156 p.

SOUZA, E. C. de; ABRAHÃO, M. H. M. B. (Org.) **Tempos, Narrativas e Ficções: a invenção de si.** 1. ed. Porto Alegre: EDPUCRS, 2006. Salvador: EDUNEB, 2006. 626 p.

VALLE, I. R. **O lugar da educação (escolar) na sociologia de Pierre Bourdieu.** Revista Diálogo Educacional, Curitiba, v. 13, n. 38, p. 411-437, jan./abr. 2013.

WATANABE, G.; HOSOKAWA, G. B. Contos de espelho – um diálogo possível entre ensino de física e literatura. **A física na escola**, São Paulo, v. 14, n. 1. p. 4-7, mai. 2016.

ZANETIC, J. Física e literatura: construindo uma ponte entre as duas culturas. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, Rio de Janeiro, v. 13, supl. out. 2006 p. 55-70. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-59702006000500004&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 07 setembro 2018.

ZANETIC, J. **Física também é cultura.** 1990. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.

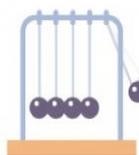
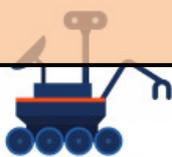
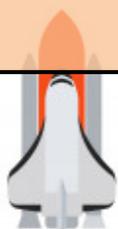
APÊNDICE A

O PRODUTO EDUCACIONAL

Antonio Domingos Junior
Graciella Watanabe



TRABALHANDO NARRATIVAS PARA ENSINAR CONHECIMENTOS DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO



Antonio Domingos Junior

Graciella Watanabe

TRABALHANDO NARRATIVAS PARA ENSINAR CONHECIMENTOS DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO



MNPEF

UFABC
Santo André - 2018

‘Ciência e arte: ambas nutrem-se do mesmo húmus, a curiosidade humana, a criatividade, o desejo de experimentar. Ambas são condicionadas por sua história e seu contexto’

(ALMEIDA; MASSARANI; MOREIRA, 2006, p. 10)

SUMÁRIO

Ao Professor.....	127
1 Introdução.....	129
2 Propostas de narrativas.....	131
2.1 Quanta.....	131
2.2 Outras frequências.....	133
2.3 O segundo Sol.....	134
2.4 Uma noite e meia e Rio 40 Graus.....	135
2.5 O espelho.....	136
2.5 O sonho de Einstein.....	137
2.6 Poema para Galileu.....	139
2.7 Alice no país do quantum.....	140
2.8 Pitelin e as leis de Newton.....	142
2.9 Pitelin e o estudo das ondas.....	143
2.10 O Estudo dos Fluidos.....	145
2.11 Pitelim e o fantasma da eletricidade.....	146
2.12 NANOARTE: A Arte de Fazer Arte.....	148
3 Aplicação do produto em sala de aula.....	151
3.2 Aplicação do produto em aula: Literatura de Cordel.....	151
Referências Bibliográficas.....	171
APÊNDICE – Instruções para produção e avaliação do trabalho Criar um cordel para ensinar física.....	179

Ao Professor

Prezado professor, este produto educacional foi elaborado como demanda para conclusão de curso do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) no polo da Universidade Federal do ABC (UFABC). O público alvo deste trabalho são os professores de física do ensino básico que buscam agregar às suas aulas ferramentas metodológicas que os auxiliem tornar suas práticas pedagógicas produtivas, interdisciplinares, diversificadas e inclusivas.

O objetivo deste trabalho é propor o uso de narrativas para contribuir com o processo de ensino aprendizagem de física. Nestas páginas o professor irá encontrar uma seleção de músicas, textos literários e a chamada nanoarte que têm a física com pano de fundo.

Para facilitar a apropriação da proposta, cada sugestão elencada está organizada em um quadro de análise que contém suas características básicas mais importantes, tais como: o tipo, o título, o autor, os conteúdos de física que podem ser explorados, os objetivos pedagógicos almejados, os recursos didáticos necessários, o trecho da obra de maior interesse e finalmente uma microanálise do texto em função de suas potenciais interpretações poéticas/científicas. Seque abaixo um quadro exemplo com informações a respeito de cada item.

Quadro de análise, exemplo

SUGESTÃO DE NARRATIVA	
TIPO	Se a narrativa é uma música, poema, cordel, livro etc.
TÍTULO	Título da obra sugerida
AUTOR	Autor da obra sugerida
CONTEÚDOS	Conjunto dos principais conhecimentos que podem ser explorados em um contexto onde a narrativa sugerida será utilizada.
OBJETIVOS	Podem ser gerais ou específicos. No nosso caso, se relaciona com as competências e habilidades que esperamos que ao aluno desenvolva através do processo de ensino e aprendizagem.

RECURSOS DIDÁTICOS:

3. Neste item arrolamos os recursos didáticos necessários para trabalhar a proposta. O principal recurso será a narrativa, mas que poderá ser acompanhada de recursos complementares tais como um guia instrucional, links, vídeos, livros etc.

TRECHO DA OBRA:

Como o próprio título do item anuncia, disponibilizaremos aqui um trecho da narrativa. Houve uma preocupação nossa que em todos os casos, ou ao menos em quase todos, a narrativa fosse de fácil acesso, preferencialmente online.

Em quase todas as sugestões enquadradas haverá uma relação com o próximo item, denominado microanálise, através de uma numeração, como no exemplo abaixo:

Quanta¹ do latim / Plural de ...
[...]

MICROANÁLISE:

Neste item procuramos fazer uma análise básica daquilo que a narrativa tem para oferecer em termos de conhecimento de física e, quando coube, destacamos e tratamos um pouco dos conteúdos que emergem das narrativas, como no exemplo abaixo:

[1] Quantidades elementares. De acordo com a teoria de Planck (1858-1947), grandezas classicamente dadas como contínuas devem ser consideradas quantizadas. A teoria dos quanta, ou teoria quântica, diz que a energia radiante é descontínua; ou seja, se apresenta sob a forma de porções, ou quanta, de valor $E=hf$, onde h é a constante de Planck de valor $6,624 \times 10^{-34}$ J.s, e f a frequência da radiação.

Após apresentarmos as narrativas selecionadas, apresentaremos o procedimento e os resultados da nossa experiência em sala de aula ao aplicar uma das sugestões contidas nesse produto, no caso, um cordel.

De maneira geral, as narrativas propostas podem ser utilizadas da forma que melhor lhe convier, podendo ser aplicadas para introduzir, fixar, contextualizar ou mesmo encerrar um conteúdo.

À luz do exposto, na expectativa de que este produto possa contribuir com sua prática pedagógica, nos colocamos à disposição para críticas e sugestões.

1 Introdução

Apesar de não ser comum, as narrativas aparecem no ensino da física e das ciências através das mais variadas formas de expressão artística, tais com a música, a literatura e a poesia. Para MOREIRA, MASSARANI e ALMEIDA (2005)

Relatos de descobertas científicas, questões relacionadas à saúde pública e individual ou ao meio ambiente, episódios da vida de cientistas, descrições de acontecimentos astronômicos ou referências aos impactos da ciência e da tecnologia encontram espaço na literatura, na música, em ditos e provérbios populares. (p. 7)

As narrativas são parte importante da construção do conhecimento científico, seja na condição de um saber cultural sobre a ciência como na aquisição de conhecimentos ditos específicos. Podem, assim, instituir práticas educativas que conduzam a formação plural dos alunos, em especial, nas aulas de física, propiciando novas metodologias e entendimentos sobre a importância desse saber aos alunos do ensino médio.

Sabemos que uma estratégia de ensino bem planejada é de fundamental importância para bom andamento das aulas e conseqüente sucesso no processo de ensino aprendizagem, especialmente neste momento onde as nossas propostas pedagógicas concorrem com diversos outros estímulos que retêm a atenção do aluno. A experiência docente nos mostra que há temas com maior potencial para despertar o engajamento dos estudantes, enquanto outros demandam um grande investimento em estratégias para conquistar sua atenção. Sendo assim, uma boa parcela do trabalho dos professores reside em promover uma aula que estimule a renúncia a estímulos outros alheios a proposta das aulas.

Atualmente, em uma iniciativa da Sociedade Brasileira de Física (SBF), o professor de física pode contar com um repositório de produtos educacionais⁹, cuja confecção é requisito obrigatório para os mestrandos do MNPEF, e que cumpre a função de colocar a pesquisa e experiência da comunidade do

⁹ Visite: <http://www1.fisica.org.br/mnpef/?q=defesas/produtos>

mestrado em ensino de física à disposição da sala de aula. Quanto à definição do produto educacional, Barroso aponta que:

O Mestrado Profissional deve ter associado à dissertação o que é chamado de um produto educacional. Isto é, algum tipo de material didático (um texto, um vídeo, um aplicativo computacional, um experimento) que possa ser utilizado por alunos e outros professores e que sinalize que o professor deu o passo fundamental: o de ser capaz de reler os conteúdos de um curso de física e produzir algo que pode ser compartilhado por colegas. (BARROSO, 2013)

Considerando que a nossa proposta requer relacionar as narrativas com os conhecimentos de física a serem trabalhados em aula, nosso produto educacional visa apresentar uma seleção de narrativas que contenham elementos da física em sua composição.

2 Propostas de narrativas

Neste capítulo passaremos a apresentar sugestões de narrativas enquadradas de acordo com o que discutimos anteriormente. Mais adiante descreveremos nossa experiência ao aplicar em sala de aula uma destas sugestões.

2.1 Quanta

SUGESTÃO DE NARRATIVA	
TIPO	Música
TÍTULO	Quanta
AUTOR	Gilberto Gil
CONTEÚDOS	Ordem de grandezas, Introdução à física quântica, quantização da energia, dualidade partícula-onda.
OBJETIVOS	Introduzir fenômenos e ideias que fizeram a transição da chamada física clássica para a física do século XX, visando apresentar as bases da física quântica.
RECURSOS DIDÁTICOS:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Letra da música impressa / projetada; 2. Áudio da música (youtube por exemplo) 	
TRECHO DA OBRA:	
<p><i>Quanta¹ do latim / Plural de quantum² / Quando quase não há / Quantidade que se medir / Qualidade que se expressar / Fragmento infinitésimo³ / Quase que apenas mental⁴ / Quantum granulado no mel⁵ / Quantum ondulado no sal⁵ / Mel de urânio, sal de rádio⁵ / Qualquer coisa quase ideal / Cântico dos cânticos / Quântico dos quânticos⁶</i></p> <p>[...]</p> <p><i>Teoria em grego quer dizer / O ser em contemplação</i></p> <p>[...]</p> <p><i>Sei que a arte é irmã da ciência / Ambas filhas de um Deus fugaz⁷ / Que faz num momento / E no mesmo momento desfaz / Esse vago Deus por trás do mundo / Por detrás do detrás</i></p> <p>[...]</p>	
MICROANÁLISE:	

Gilberto Gil reúne no álbum Quanta (1997) vinte e cinco (25) músicas sob eixos temáticos, e, entre eles o eixo ciência e arte. Na música Quanta observamos que o viés científico flerta com a física quântica. Façamos algumas análises do ponto de vista do aproveitamento para o mote científico:

[1] Quantidades elementares. De acordo com a teoria de Planck (1858-1947), grandezas classicamente dadas como contínuas devem ser consideradas quantizadas. A teoria dos quanta, ou teoria quântica, diz que a energia radiante é descontínua; ou seja, se apresenta sob a forma de porções, ou quanta, de valor $E=hf$, sendo h é a constante de Planck ($6,624 \times 10^{-34} \text{ J.s}$), e f a frequência da radiação.

[2] Descontinuidade elementar de uma grandeza quantificada.

[3] Na apresentação do álbum de Gil, o físico César Lattes (1997), trocou correspondência com Gil e deu algumas contribuições: “O infinitésimo é uma ficção matemática. Quantum é o mínimo de ação (energia x tempo). O Quantum de ação é o mais real do que a maioria das grandezas físicas: seu valor não depende do movimento em relação ao observador” (Lattes, 1997).

[4] Numa perspectiva semiclássica, por assim dizer, quando comparados os valores das grandezas macroscópicas com os valores quânticos, estas são “quase apenas mentais” de tão pequenas.

[5] O granulado do mel e o ondulado do sal. Porque o autor compara dois alimentos de características tão distintas? Além da menção poética da doçura do mel em contraste com o sal, aqui nos parece que a referência é a dualidade partícula-onda. O mel, de aparência contínua (assim como uma onda), o autor afirma ser granulado (partícula), enquanto os cristais de sal (partícula), ele afirma ser ondulado (ondas).

[6] Quântico dos quânticos: Nesse refrão o autor alude a temática proposta pelo texto: ciência e arte. Essa modulação interdependente diz respeito, no primeiro verso, ao cântico bíblico que celebra o amor de dois amantes. Já o segundo verso, trata sobre o estudo da física quântica, que é, todavia, de grande importância para os cientistas.

[7] O mesmo Deus, que faz do vento arte do ar e inspira o homem a criar, é fugaz (do latim fugere = fugir). Por isso, apesar de sua onisciência e sua onipresença esse Deus facilmente escapa na nossa compreensão ordinária, assim com os fenômenos quânticos e suas estranhezas

Evidentemente que as análises nestes quadros não são definitivas. O mais importante nesta prática pedagógica é fazer com que o professor, de uma forma lúdica, tenha oportunidade de tratar de um conteúdo pouco explorado no ensino básico, mas de notória importância para o ensino de física e divulgação científica, bem como conteúdos já amplamente tratados, mas que requerem uma nova estratégia pedagógica. É também uma oportunidade para os estudantes desenvolverem algumas das competências gerais da BNCC, tais como: Conhecimento, pensamento científico crítico e criativo, repertório cultural, comunicação e argumentação. Ademais, contribuir para fazer com que os estudantes observem que a física figura constantemente na arte, e vice-versa, podendo assim promover maior engajamento dos alunos nas aulas de física.

Para finalizar análise vejamos as palavras de César Lattes (1997):

“A ciência é uma irmã caçula (talvez bastarda) da arte. / Camões pediu ajuda do engenho e da arte – não da ciência. / Salomão diz que “ciência sem consciência não é senão a ruína da alma” – a arte, não. / Paro por aqui, porque Salomão também diz: “Não busques ser demasiado justo nem demasiado sábio: queres te arruinar?” / Para concluir cito um grande arquiteto: “Quando a ciência se cala, a arte fala. (Artigas).

2.2 Outras frequências

SUGESTÃO DE NARRATIVA	
TIPO	Música
TÍTULO	Outras Frequências
AUTOR	Humberto Gessinger
CONTEÚDO	Movimentos periódicos; Período; Frequência; Ressonância; Batimento; Interferência
OBJETIVO	Compreender grandezas física associadas aos movimentos periódicos e ondulatórios.
RECURSOS DIDÁTICOS	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Letra da música impressa / projetada; 2. Áudio da música (youtube por exemplo) 	
TRECHO DA OBRA	
<p>[...] <i>Mas nós vibramos em outra frequência¹ / Sabemos que não é bem assim / Se fosse fácil achar o caminho das pedras / Tantas pedras no caminho não seria ruim.</i> [...]</p>	
MICROANÁLISE	
<p>Na música “outras frequências” recortamos um trecho que contém uma frase que nos interessa para introduzir conceitos de movimentos periódicos e ondulatórios. Observe que a letra, através de uma metáfora de relacionamento romântico, faz alusão à grandeza física frequência. A partir daí o docente que estiver tratando de movimentos periódicos ou de ondulatória pode puxar o gancho ajudar a introduzir (ou concluir) conceitos como período, ressonância, batimento e a própria frequência.</p>	
<p>[1] Número de vibrações por unidade de tempo, em um fenômeno periódico.</p>	
<p>Relacionados:</p>	

[Período] Intervalo de tempo constante que separa duas passagens sucessivas de uma grandeza variável pelo mesmo valor. Inverso da frequência.

[Interferência] Ocorre devido a superposição de duas ou mais ondas num mesmo ponto, originando uma onda resultante que é a soma algébrica das amplitudes de cada onda. Esta superposição pode ser destrutiva, quando não estão em fase, ou construtiva quando estão em fase.

[Ressonância] Fenômeno que ocorre em um sistema físico que adquire energia por meio de oscilações de frequência igual a uma de suas frequências naturais de vibração passando a vibrar com maiores amplitudes.

[Batimento] O batimento é o resultado da interferência de ondas cujas frequências são de valores próximos entre si.

2.3 O segundo Sol

SUGESTÃO DE NARRATIVA	
TIPO	Música
TÍTULO	O segundo Sol
AUTOR	Nando Reis
CONTEÚDO	Gravitação universal e Leis de Kepler
OBJETIVO	Discutir a lei da gravitação universal de Newton e as três leis de Kepler.
RECURSOS DIDÁTICOS	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Letra da música impressa / projetada; 2. Áudio da música (youtube por exemplo) 	
TRECHO DA OBRA	
<p>[...] <i>Quando o segundo Sol chegar / Para realinhar as órbitas dos planetas¹ / derrubando com assombro exemplar / O que os astrônomos diriam se tratar de um outro cometa</i> [...]</p>	
MICROANÁLISE	
<p>Sabemos que a chegada de um segundo Sol não é um evento provável. No entanto, se isso ocorresse o sistema solar seria realinhado. Portanto, nesta canção o docente pode dela se valer para quando estiver trabalhando conceitos relativos à gravitação universal e as leis de Kepler.</p>	
<p>[1] Lei da gravitação universal: Dois corpos massivos estão sujeitos a uma força de atração mútua proporcional às suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre os seus centros de gravidade.</p>	

Relacionados: Leis de Kepler

Lei das Órbitas: Os planetas descrevem órbitas elípticas ao redor do Sol, e este ocupa um dos focos da elipse.

Lei das Áreas: O segmento de reta que une o sol a um planeta varre áreas iguais em intervalos de tempo iguais.

Lei dos Períodos: A razão entre os quadrados dos períodos orbitais e os cubos dos semieixos maiores das órbitas é constante para a todos os orbes.

2.4 Uma noite e meia e Rio 40 Graus

SUGESTÃO DE NARRATIVA	
TIPO	Música
TÍTULO 1	Uma noite e meia
AUTOR 1	Renato Rocketh (interpretação Marina Lima)
TÍTULO 2	Rio 40 Graus
AUTOR 2	Fernanda Abreu
CONTEÚDO	Calor e temperatura
OBJETIVO	Definir os conceitos de calor e temperatura
RECURSOS DIDÁTICOS	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Letras das músicas impressa / projetada; 2. Áudios das músicas (youtube por exemplo) 	
TRECHOS DAS MÚSICAS	
<i>UMA NOITE E MEIA</i> [...] <i>Vem chegando o verão</i> <i>O calor¹ no coração</i> <i>Essa magia colorida</i> <i>São coisas da vida</i> [...]	<i>RIO 40 GRAUS</i> [...] <i>Rio 40 graus²</i> <i>Cidade maravilha</i> <i>Purgatório da beleza</i> <i>E do caos</i> [...]
MICROANÁLISE	
Este pequeno trecho desta música 1 pode ser explorado para trabalhar o conceito de calor e, concomitantemente, o recorte da música 2 pode ser explorado para introduzir o conceito de temperatura.	

[1] Calor é a grandeza associada à transferência de energia térmica de um corpo para outro devido, exclusivamente, a diferença de temperaturas entre os corpos.

[2] Grandeza associada ao estado de agitação térmica de um corpo ou sistema.

2.5 O espelho

SUGESTÃO DE NARRATIVA	
TIPO	Conto literário
TÍTULO	O espelho
AUTOR	Guimarães Rosa
CONTEÚDO	Ótica geométrica
OBJETIVO	Introduzir conceitos de espelhos planos e esféricos estudados em ótica geométrica
RECURSOS DIDÁTICOS	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Conto. Impresso, projetado ou a posse do livro original; 2. Livro “A elaboração de narrativas em aulas de física” (Gurgel e Watanabe, 2017) 	
TRECHOS DOS CONTOS	
<p><i>O Espelho, Guimarães Rosa</i> [...] O senhor, por exemplo, que sabe e estuda, suponho nem tenha ideia do que seja na verdade — um espelho? Demais, decerto, das noções de física, com que se familiarizou, as leis da óptica. [...] Quando nada acontece, há um milagre que não estamos vendo. [...] O espelho, são muitos, captando-lhe as feições; todos refletem-lhe o rosto, e o senhor crê-se com aspecto próprio e praticamente imudado, do qual lhe dão imagem fiel. Mas — que espelho? Há-os “bons” e “maus”, os que favorecem e os que de-traem; e os que são apenas honestos [...] Resta-lhe argumento: qualquer pessoa pode, a um tempo, ver o rosto de outra e sua reflexão no espelho. Sem sofisma, refuto-o. O experimento, por sinal ainda não realizado com rigor, careceria de valor científico, em vista das irreduzíveis deformações, de ordem psicológica[...] Note que meus reparos limitam-se ao capítulo dos espelhos planos, de uso comum. E os demais — côncavos, convexos, parabólicos — além da possibilidade de outros, não descobertos, apenas, ainda? Um espelho, por exemplo, tetra ou quadridimensional? Parece-me não absurda, a hipótese.[...] Rimo-nos, nas barracas de diversões, daqueles caricatos espelhos, que nos reduzem a monstrosos, esticados ou globosos. Mas, se só usamos os planos — e nas curvas de um bule tem-se sofrível espelho</p>	

convexo, e numa colher brunida um côncavo razoável — deve-se a que primeiro a humanidade mirou-se nas superfícies de água quieta, lagoas, lameiros, fontes, delas aprendendo a fazer tais utensílios de metal ou cristal. Tirésias, contudo, já havia predito ao belo Narciso que ele viveria apenas enquanto a si mesmo não se visse... Sim, são para se ter medo, os espelhos.

[...]

MICROANÁLISE

O conto pode ser trazido à aula quando o professor estiver tratando do tema ótica geométrica. A proposta pode, por exemplo, versar sobre a solicitação da leitura dos contos como antecipação de conteúdo. No entanto recomendamos verificar no Livro “A elaboração de narrativas em aulas de física” (Gurgel e Watanabe, 2017) as propostas a respeito do uso dos contos lá contidas.

2.5 O sonho de Einstein

SUGESTÃO DE NARRATIVA	
TIPO	Literatura
TÍTULO	O sonho de Einstein
AUTOR	Alan Lightman
CONTEÚDOS	Conceito/Relatividade do tempo e Introdução às teorias da relatividade
OBJETIVOS	Refletir sobre o conceito clássico e a partir da relatividade de tempo. Introduzir as teorias da relatividade de Einstein.
RECURSOS DIDÁTICOS:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Livro: O Sonho de Einstein 2. Trecho do livro abaixo selecionado 3. Leitura investigativa a partir do endereço eletrônico: http://efisica.if.usp.br/mecanica/curioso/tempo/ 	
TRECHO DA OBRA:	
<p>[...] <i>Em alguma abóbada distante, um relógio de torre bate seis vezes e para. O rapaz deixa-se cair em sua escrivaninha. Ele veio para o escritório de madrugada, depois de mais uma convulsão. Seu cabelo está despenteado e as calças, grandes demais. Na mão, segura vinte páginas amassadas, sua nova teoria do tempo, que enviará hoje para a revista alemã de física. [...]</i> (p.3)</p> <p>[...] <i>No longo e estreito escritório de Speichergasse, na sala cheia de ideias práticas, o jovem funcionário de patentes ainda está esparramado na cadeira,</i></p>	

a cabeça sobre a escrivaninha. Nos últimos meses, desde meados de abril, ele tem sonhado muitos sonhos sobre o tempo. [...] (p.6)

[...] Estas três cadeias de eventos realmente acontecem, simultaneamente. Pois neste mundo, o tempo tem três dimensões, como o espaço. [...] (p. 21)

[...] Neste mundo, existem dois tempos. Existe o tempo mecânico e o tempo corporal. O primeiro é tão rígido e metálico quanto um imenso pêndulo de ferro que balança para lá e para cá, para lá e para cá, para lá e para cá. O segundo se contorce e remexe como uma enchova na baía. O primeiro não se desvia, é predeterminado. O segundo toma decisões à medida que avança. [...] (p. 24)

[...] Em algum momento do passado, cientistas descobriram que o tempo flui mais lentamente nos pontos mais distantes do centro da Terra. O efeito é minúsculo, mas pode ser medido por instrumentos extremamente sensíveis. Assim que o fenômeno foi constatado, algumas pessoas, desejosas de permanecerem jovens, mudaram-se para as montanhas [...] (p. 29)

[...] Subitamente seu coração dispara, ela enrubesce, anda ansiosamente de um lado para outro, fica feliz sem qualquer razão. Dias mais tarde, ela encontra um jovem e se apaixona. Não estão ligados os dois fatos? Mas que conexão bizarra os une, que distorção do tempo, que lógica invertida? [...] (p.40)

[...] Se o tempo e a passagem dos eventos são a mesma coisa, então o tempo mal se move. Se o tempo e os eventos não são a mesma coisa, então são só as pessoas que mal se movem. Se uma pessoa não tem qualquer ambição neste mundo, ela sofre sem saber. Se uma pessoa tem ambições, sofre sabendo, mas muito devagar. [...] (p. 47)

[...] Por outro lado, Besso acha que seu amigo pode ser capaz de qualquer coisa. O ano mal começou e Einstein já concluiu sua tese de doutoramento, terminou um estudo sobre os fótons e um outro sobre o movimento browniano. No início, o projeto atual era uma pesquisa sobre a eletricidade e o magnetismo, os quais, Einstein inesperadamente anunciou um dia. Exigiriam uma reconceituação do tempo. [...] (p. 51)

[...] Neste fim de tarde, nestes poucos momentos em que o sol está aninhado em uma depressão nevada dos Alpes, uma pessoa poderia sentar-se à beira do lago e contemplar a textura do tempo. Hipoteticamente, o tempo pode ser liso ou áspero, espinhoso ou sedoso, duro ou macio. [...] (p. 61)

[...] Neste mundo, a passagem do tempo faz aumentar a ordem. Ordem é a lei da natureza, a tendência universal, a direção cósmica. Se o tempo e uma flecha, esta flecha aponta para a ordem. O futuro é padrão, organização, união, intensificação; o passado é acaso, confusão, desintegração, dissipação [...] (p. 66)

[...] Imagine um mundo em que não há tempo. Somente imagens. [...] (p. 73)

[...] Por que tanta fixação com velocidade? Porque neste mundo o tempo passa mais lentamente para as pessoas em movimento. Assim, todos se movem em alta velocidade, para ganhar tempo. [...] (p. 89)

[...] Suponhamos que o tempo não seja uma quantidade, mas uma qualidade, como a luminescência da noite sobre as árvores no preciso momento em que a lua nascente toca o topo das copas. O tempo existe, mas não pode ser medido. [...] (p. 120)

[...] Neste mundo, o tempo é uma dimensão visível. Assim como é possível olhar para longe e ver casas, árvores, picos de montanhas, que são marcos

no espaço, é possível olhar em outra direção e ver nascimentos, casamentos, mortes, que são marcos no tempo, estendendo-se ao longe no futuro. E, assim como é possível escolher permanecer em um lugar ou correr para outro, é possível escolher o movimento que se faz pelo eixo do tempo. Algumas pessoas temem viajar para longe de um momento agradável. Elas permanecem próximas a um ponto temporal, quase não se afastando de um ambiente familiar. Outras voam imprudentemente para o futuro, sem se preparar para a rápida sequência de eventos. [...] (p. 131)

[...]— Acho que você terá êxito com sua teoria do tempo — diz Besso. — E, quando isso acontecer, nós vamos sair para pescar e você vai me explicar. Quando você ficar famoso, vai se lembrar que contou primeiro para mim, aqui neste barco. [...] (p. 143)

[...] Pois o tempo é como a luz entre dois espelhos. O tempo é rebatido para lá e para cá, produzindo um número infinito de imagens, de melodias, de pensamentos. É um mundo de incontáveis cópias. [...] (p. 162)
(LIGHTMAN, 1993)

MICROANÁLISE:

A obra é composta de contos cuja tema é sempre o tempo. A cada conto, o tempo é visto por um prisma diferenciado e, com isso, gerando implicações na vida das pessoas. Num dos contos, por exemplo, o tempo de uma vida toda passa em um único dia com nascimento, vida e morte. Em outro, não há o futuro, e por aí vai. Assim, o professor pode se valer desta obra quando estiver tratando da teoria da relatividade, mais especificamente quando adentrar no tema relatividade do tema. O docente pode, por exemplo, planejar sua abordagem solicitando dos alunos uma leitura prévia dos contos e da publicação online sugerida do item 3 dos recursos didáticos acima. Outrossim, antes do docente se debruçar sobre as explicações conceituais do tema, pode abrir uma discussão a respeito dos conceitos apreendidos pelos estudantes sobre a temática e verificar os efeitos que as leituras geraram na aprendizagem.

2.6 Poema para Galileu

SUGESTÃO DE NARRATIVA	
TIPO	Poema
TÍTULO	Um Poema para Galileu
AUTOR	Antônio Gedeão
CONTEÚDOS	Introdução à Astronomia, Heliocentrismo Vs Geocentrismo, Queda livre, Gravitação Universal.
OBJETIVOS	Refletir sobre a vida de Galileu e as implicações na ciência de suas descobertas; Apresentar o conceito de campo

	gravitacional; Enunciar a lei da Gravitação Universal; Descrever os movimentos de lançamento vertical no vácuo
RECURSOS DIDÁTICOS:	
1. O Poema. acessível em: http://www1.fisica.org.br/fne/phocadownload/Vol03-Num2/a051.pdf	
TRECHO DA OBRA:	
[...] <i>Eu queria agradecer-te, Galileo, / a inteligência das coisas que me deste. / Eu, e quantos milhões de homens como eu/a quem tu esclareceste, / ia jurar- que disparate, Galileo! / - e jurava a pés juntos e apostava a cabeça / sem a menor hesitação- / que os corpos caem tanto mais depressa / quanto mais pesados são¹. / Pois não é evidente, Galileo? / Quem acredita que um penedo caia / com a mesma rapidez que um botão de camisa ou que um seixo da praia? / Esta era a inteligência que Deus nos deu. / Estava agora a lembrar-me, Galileo, / daquela cena em que tu estavas sentado num escabelo / e tinhas à tua frente / um friso de homens doutos, hirtos, de toga e de capelo / a olharem-te severamente. / Estavam todos a ralar contigo, / que parecia impossível que um homem da tua idade / e da tua condição, / se tivesse tornado num perigo / para a Humanidade / e para a Civilização.</i> [...] (GEDEÃO, 2002)	
MICROANÁLISE:	
O contexto do poema reflete parte da bibliografia de Galileu quando foi detido pela Inquisição da Igreja Católica devido principalmente devido à sua defesa ao Heliocentrismo que confrontava os dogmas religiosos da época. Este poema pode ajudar o professor quando estiver tratando de temas mais rápidos como a queda livre. [1] No entanto, mais interessante seria utilizá-lo para gerar uma sequência didática a partir da vida e obra de Galileu levando a discussões a respeito de suas descobertas além da defesa do Heliocentrismo.	

2.7 Alice no país do quantum

SUGESTÃO DE NARRATIVA	
TIPO	Livro
TÍTULO	Alice no país do quantum
AUTOR	Robert Gilmore
CONTEÚDOS	Conceitos básicos da mecânica quântica tais como: seu caráter probabilístico, a dualidade onda-partícula,

	quantização, elementos fundamentais da física nuclear e de partículas, o paradoxo EPR (de Einstein, Podolsky e Rosen).
OBJETIVOS	Introduzir conceito de física quântica
SINOPSE DO LIVRO	<p>Nessa genial mistura de fantasia e ciência, Alice, aquela do País das Maravilhas, está prestes a embarcar em outra jornada. Ela conhecerá o País do Quantum, uma espécie de parque de diversões intelectual menor que um átomo e irá se deparar com desafios, jogos e atrações que esclarecem os diferentes aspectos da física quântica. Através dessa alegoria, o leitor conhece de forma acessível e divertida os domínios fundamentais da física quântica.</p> <p>Inteligentemente concebido e escrito, e com muitas ilustrações, 'Alice no País do Quantum' coloca conceitos físicos ao alcance do leitor comum. Não é necessário conhecimento de matemática para acompanhar as travessuras da heroína, só gosto pela aventura intelectual e uma forte curiosidade pelo mundo que nos rodeia.</p>
RECURSOS DIDÁTICOS:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Livro: Alice no país do quantum 2. Resenha do livro 3. Quis sobre o livro criado pelo site rachacuca disponível em: https://rachacuca.com.br/quiz/150788/alice-no-pais-do-quantum-i/ 	
TRECHO DA OBRA:	
<p>[Prefácio] ao longo deste livro você encontrará breves notas que enfatizam a importância da mecânica quântica no mundo real(...)Essas notas resumem a importância, para o nosso mundo, dos tópicos quânticos encontrados por Alice em cada capítulo. Elas pretendem ser suficientemente não-intrusivas, de modo que você pode ignorá-las enquanto estiver lendo a história das aventuras de Alice, mas se quiser descobrir o real significado dessas aventuras, as notas estão convenientemente próximas (p.4)</p>	
MICROANÁLISE:	
<p>Segundo o próprio autor “Este livro é uma alegoria da física quântica(...) de uma narrativa que descreve um assunto sob o disfarce de outro”. (p.3). Ou seja, essa obra atende ao professor que necessita introduzir os conceitos física quântica e através dela poderá fazê-lo por um viés diferenciado. Por se tratar de um livro de 196 páginas, é interessante que a cadeira de literatura seja convidada a participar em um trabalho interdisciplinar. Como observado nos recursos didáticos acima, há também um quiz preparado pelo site rachacuca que pode ser disponibilizado aos alunos logo após a conclusão das leituras e as das intervenções do professor.</p>	

2.8 Pitelin e as leis de Newton

SUGESTÃO DE NARRATIVA	
TIPO	Cordel
TÍTULO	Pitelin e as Leis de Newton
AUTOR	Autoria de Lima, J.; Sousa, J; Feitosa, S.
CONTEÚDOS	Leis de Newton
OBJETIVOS	Entender a lei da inércia como uma tendência de permanecer no mesmo estado de movimento, que pode ser o repouso ou o movimento retilíneo uniforme; Enunciar a 3ª lei de Newton – Ação e reação; Entender que, apesar de as forças (a ação e a reação) terem a mesma direção e o mesmo sentido, não se anulam nem provocam necessariamente o mesmo efeito, pois atuam em corpos diferentes; Perceber o atrito como uma força resistente ao movimento; Enunciar a 2ª lei de Newton.
RECURSOS DIDÁTICOS:	
1. Cordel Pitelin e as Leis de Newton disponível em: http://afisicaemcordel.blogspot.com/2009/02/pitelin-e-as-leis-de-newton.html	
TRECHO DA OBRA:	
[...] <i>Pitelin tem dois menino / Um grande e outro pequeno / Que estudava no grupo / E lá foram aprendeno / O mais véi e mais astuto / Com a física foi se meteno</i>	
[...] <i>Lá no grupo o professor / Começou logo a explicar / Umas ta de Lei de Newton¹ / Mandou o moleque estudar / Ele se agarrou aos livros / E se pois a pesquisar</i>	
[...] <i>Quando chegou em casa / O seu pai tava danado / Ele tinha caído do burro / Ficou todo arrebetado / O bicho empancou de vez / E pra frente ele foi jogado²</i>	
[...] <i>Ciba muito do tranqüilo / Dando uma de entendido / Disse, Isso né mulher não! / Deixe eu contar o moído, / Aprendi hoje na escola / As leis dum cabra sabido</i>	
[...] <i>O nome dele é Newton / Um caboclo estudioso / Estudando a natureza / Descobriu um fato curioso / Quando um corpo tá parado / Só quer ficar em repouso</i>	
[...]	

Esse cabra também mostrou / Outro ponto interessante / Para um corpo se movendo / Num lugar aconchegante / Se num houver o atrito / Será nula a força resultante³

Além de estudar a inércia / Mais duas leis ele estudou / Falou da gravitação universal⁴, / E noutras coisas ele pensou / Vou explicar mais um pouco / Esse assunto pro sinhô/

Existe uma segunda lei⁵ / Que né complicada não, / Ela diz que uma força / É massa vezes aceleração / Pra entender o moído / Vou lhe dar uma explicação.

MICROANÁLISE:

O leitor verá que na seção que disponibilizamos nossa experiência em sala que optamos por utilizar este cordel como ponto referência para que os alunos produzissem seus próprios cordéis para ensinar as leis de Newton que acabavam de estudar. Vejamos alguns recortes do texto.

[1] Neste trecho do cordel observa-se a inserção da personagem que por intermédio dos estudos passará a conhecer as leis de Newton.

[2] Inércia

[3] Força resultante, 2º e 3º leis de Newton

[4] Gravitação Universal

[5] 2º Lei de Newton

2.9 Pitelin e o estudo das ondas

SUGESTÃO DE NARRATIVA	
TIPO	Cordel
TÍTULO	Pitelin e o estudo das ondas
AUTOR	Autoria de Lima, J.; Sousa, J; Feitosa, S.
CONTEÚDOS	Conceitos fundamentais da ondulatória
OBJETIVOS	Distinguir os diversos fenômenos ondulatórios: reflexão, refração, difração e interferência. Classificar as ondas em mecânicas ou eletromagnéticas. Conceituar ondas sonoras e suas características: período, frequência, velocidade, amplitude.
RECURSOS DIDÁTICOS:	
1. Cordel Pitelin e o estudo das ondas disponível em: http://afisicaemcordel.blogspot.com/2013/04/pitelin-e-o-estudo-das-ondas-por-j-lima.html	

TRECHO DA OBRA:

[...]

*No caminho seu pai falou / Como o tempo ta mudado / Que hoje é tudo ligeiro,
/ O povo é muito apressado. / Depois perguntou a Ciba / Como o som é gerado¹.*

Ciba olhou pra Pitelim / E disse com atenção / “O som é uma onda² / O qual possui vibração / E foi mesmo assunto / Que vi hoje na lição”

Pra entender essas coisas / Ouça o que vou dizer / A onda é feita de pulsos / Que pode subir e descer / Um pulso é uma perturbação³ / Ouça bem pra entender

Pitelim num entendeu bem / O que Ciba quis dizer / Como o som era uma onda / Se ele nem pode ver / Pediu pra Ciba explicar / Até conseguir entender.

*“As ondas se caracterizam / Como o professor falou: / Amplitude, intensidade,
/ Comprimento sim sinhô./ Também tem a freqüência⁴ / Assunto que me intrigou”*

*“O professor também disse: / As ondas levam energia / Sem carregar matéria⁴
/ Seja noite, ou seja, dia” / Pitelim ficou perdido / Parecendo um cão sem guia.*

Ciba muito empolgado / Continuo a explicação / Sobre ondas longitudinais⁴ / Que seguem a mesma direção / Falou das ondas transversais / A qual segue outra noção /

Mostrou as ondas mecânicas⁵ / Como a buzina do caminhão Que se propaga no ar / Pra fazer a vibração / E levar de um lugar pra outro / A nossa conversação

[...]

Essas ondas meu pai / Viajam pelo espaço / Sem precisar de matéria / Sempre no mesmo compasso / São eletromagnéticas⁵ / Igual do Sol, o mormaço.

[...]

MICROANÁLISE:

O proveito de cordel é bastante óbvio. Seu uso pode se dar quando o docente estiver tratando a temática ondulatória. Vejamos:

- [1] Pergunta problematizadora.
- [2] O som como onda.
- [3] Relação entre pulso e onda.
- [4] Características das ondas.
- [5] Ondas mecânicas e eletromagnéticas.

2.10 O Estudo dos Fluidos

SUGESTÃO DE NARRATIVA	
TIPO	Cordel
TÍTULO	O Estudo dos Fluidos
AUTOR	Lima, J.
CONTEÚDOS	Pressão; Empuxo, densidade; massa específica; teorema de Pascal
OBJETIVOS	Determinar a pressão em um líquido e suas propriedades; Descrever o movimento de um corpo imerso em um fluido observando as características de densidade e massa específica. Compreender a transmissão de força através do teorema de Pascal.
RECURSOS DIDÁTICOS:	
<p>1. Cordel: O estudo dos fluidos disponível em: http://afisicaemcordel.blogspot.com/2009/05/o-estudo-dos-fluidos.html</p>	
TRECHO DA OBRA:	
<p><i>Peço licença aos leitores / Desse pequeno cordel / Para falar dos fluidos¹ / Nesse pedaço de papel / De conceitos fundamentais / E não joguem ao léu!</i></p> <p><i>Pra começo de conversa / Vamos saber o que é fluido² / Ele é algo que pode escoar, / Vamos tratá-lo em miúdo / O bicho é um cabra frouxo / Se bater de lado vasa tudo</i></p> <p><i>São os gases e os líquidos² / Que compõe esse estudo / Hidrostática e hidrodinâmica / Forma a mecânica dos fluidos / Foi o grego Arquimedes³ / Que começou isso tudo</i></p> <p><i>Hidrostática estuda o fluido / Quando ele está em repouso¹ / Vai estudar a densidade / Desse cabra genioso / A massa específica, a pressão! / E as manhas desse teimoso</i></p> <p><i>E os vasos comunicantes cabra? / A gente também vai ver. / Sem falar nuns princípios / Que tu vai ter que aprender, / O de Arquimedes e o de Pascal¹ / Vou explicar pra você.</i></p> <p><i>E a força de empuxo⁴, homi? / Rapai, ela é algo fenomenal. / Explica toda a flutuação, / Desde o ferro e a pedra até o pau/ Também vai ter a pressão do ar, / E aplicações do princípio de pascal.</i></p>	

Massa específica e densidade⁵ / São conceitos intrigantes / Um parece muito com o outro / Vamos entender num instante. / Massa específica é razão / Da massa e volume dominante

A densidade é relativa⁵ / Ela é as massas divididas / De duas substâncias, / Num só volume contidas, / No sistema internacional / Em Kg/m³ é medida.

Vou falar sobre a pressão⁶ / Que é a força exercida / Sobre uma determinada área / Assim ela é bem definida / Uma força exerce maior pressão / Quanto menor for a área atingida

Em qualquer recipiente / Que o fluido esteja contido / Independente da forma Ou do volume medido / A pressão será dada / Por um teorema conhecido.

Teorema esse que envolve / Massa específica, fundura, / E a gravidade local / Fazendo dessa mistura / Um produto, e seu resultado... / É a pressão⁶ variar com a altura

MICROANÁLISE:

Assim como o anterior, este cordel é de temática objetiva. Pode ser invocado quando o docente estiver tratando a hidrostática. Vejamos:

- [1] Introdução ao tema.
- [2] Conceituação de fluido.
- [3] Contexto histórico.
- [4] Empuxo.
- [5] Massa específica e densidade.
- [6] Pressão.

2.11 Pitelim e o fantasma da eletricidade

SUGESTÃO DE NARRATIVA	
TIPO	Cordel
TÍTULO	Pitelim e o fantasma da eletricidade
AUTOR	Lima, J.; Moisés, J.; Feitosa, S.
CONTEÚDOS	Energia elétrica
OBJETIVOS	Contextualizar a descoberta, uso e distribuição da energia elétrica. Definir a intensidade da corrente elétrica em um condutor.
RECURSOS DIDÁTICOS:	
1. Cordel: O fantasma da eletricidade, disponível em:	

<http://afisicaemcordel.blogspot.com/search/label/NOSSOS%20CORD%C3%89IS>

TRECHO DA OBRA:

No sítio de Pitelim¹ / Num tinha iluminação / Os menino era tão triste / No meio da escuridão / De noite a luz que tinha / Era aquela do Lampião

Mais Cumpade, aconteceu / Uma coisa muito engraçada / Quando lá a luz chegou / Agitou toda a moçada / Inté os mais experiente / Ficaram de cara espantada

[...]

“Minha gente eu aprendi / Que Energia não é criada. / Desde o começo do mundo / Ela vem sendo transformada / Sem poder ser destruída² / Eita cabocla arretada”

“Mai num vão pensano / Que só tem um tipo não / Existe na natureza de monte³, / Em tudo quanto é versão / A Potencial vira Cinética / Fica Elétrica e liga a televisão”

[...]

Pra entender essa corrente⁴ / Basta pensar numa mangueira / Onde a água sai escorreno / Numa grande corredeira / Mai aqui são os elétrons / Que agem dessa maneira

Pessoal fique bem “ligado” / Que o negócio ta pegano / Pois a corrente que eu falo / É contínua que nem no cano⁵ / Ou indo pra frente e pra traz / Seu sentido vai alternando

[...]

Cada aparelhim desses⁶ / É um caboclo faminto / Uns come bem pouquim / Outros come que nem pinto / Sem parar um só instante / Tirando a energia do recinto

MICROANÁLISE:

Este é o último cordel que selecionado dos produzidos pelo blog “A física em cordel”. Também bem explícita, a temática agora é a energia elétrica. Dentro de um contexto da chegada da energia elétrica na fazenda, conteúdos como a corrente elétrica são trazidos à baila. Vejamos:

- [1] Introdução ao tema.
- [2] Princípio da conservação da energia.
- [3] Transformações de energia.
- [4] Corrente elétrica.
- [5] Corrente contínua e alternada.
- [6] Consumo de energia elétrica.

2.12 NANOARTE: A Arte de Fazer Arte.

SUGESTÃO DE NARRATIVA	
TIPO	Nanoarte (coletânea)
TÍTULO	NANOARTE: A Arte de Fazer Arte.
AUTOR	CDMF
CONTEÚDOS	Nanotecnologia e nanociência
OBJETIVOS	Contextualizar a história da nanotecnologia; Apreender conceitos em nível médio de física quântica, tais como o tunelamento quântico. Apresentar tecnologias aplicadas, tal como o microscópio de tunelamento quântico.
RECURSOS DIDÁTICOS:	
<p>1. Livro Nanoarte: A arte de fazer arte. Disponível em: http://www.lpcvisual.com.br/nanoarte/</p>	
<p>2. Vídeos do canal INCTMN CDMF no youtube.</p> <p>Vídeo reportagem sobre nanotecnologia e nanoarte:</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=u7LgXeOyNX4&index=2&list=PLcerXX9-rMRShFRpb9tEI-IMv9IhqCk8</p> <p>Vídeo coletânea de imagens acompanhadas por música clássica.</p> <p>Nanoart 1 – Beethoven: https://www.youtube.com/watch?v=BbulzoL46ro&t=105s</p> <p>Nanoart 1 Dança da Natureza: https://www.youtube.com/watch?v=hYJX8qN8dWY</p> <p>Nanoart 3 – Mozart https://www.youtube.com/watch?v=5lRgmTOcm0o</p> <p>Nanoart 4 – Mozart https://www.youtube.com/watch?v=4jxmDMVDcgA</p> <p>Nanoarte 5 - Bolero de Ravel https://www.youtube.com/watch?v=hHb1IGw3P3Q</p> <p>Nanoart 6 – Mozart https://www.youtube.com/watch?v=rzVZRvrNztM</p>	
<p>3. Vídeo coletânea de imagens acompanhadas por música clássica do canal do Cris Orfescu:</p>	

Nanoart – O fortuna-Carmina Burana (Cris Orfescu¹⁰)
https://www.youtube.com/watch?v=lzTY_saOXJI&t=165s

4. Site NANO EACH: Criado com o intuito de trazer para o mundo do estudante as principais ideias acerca do universo nano. O site NANO EACH apresenta os últimos avanços na área da nanotecnologia apontando suas principais aplicações no mundo cotidiano e suas implicações na vida moderna. Disponível em: <http://www.each.usp.br/nanoeach/>

TRECHO DA OBRA:

A imagem a seguir é parte integrante do livro Nanoarte: A arte de fazer arte

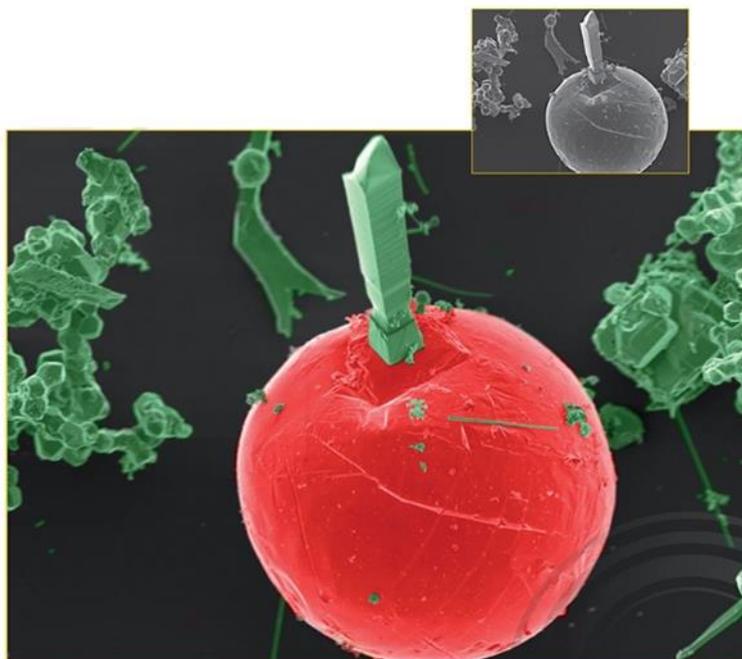


Figura 10: Maça do Amor (Óxido de Estanho e Índio) In: NANOARTE: a arte de fazer arte

Fonte: (CDMF, 2015)

¹⁰ Cris Orfescu nasceu em Bucareste, Romênia, vive e trabalha em Los Angeles desde 1991. Ele é um artista autodidata e também cientista. Sobre o artista e sua obra visite: <http://crisorfescu.com>

3 Aplicação do produto em sala de aula

Nessa etapa iremos discorrer a respeito de nossa experiência aplicando uma das sugestões da proposta deste produto educacional em sala de aula. A aplicação se deu em duas turmas de primeiro ano do ensino médio para 81 alunos no total. O colégio é uma instituição privada de porte médio com estrutura completa e que atende alunos de perfil socioeconômico de classe B. A metodologia adotada pela escola para o ensino médio é o sistema apostilado UNO. Para esta atividade pudemos contar com recursos de multimídia, disponíveis em todas as salas de aula, e com o fato de que todos os alunos possuem obrigatoriamente um tablet para uso pedagógico.

3.2 Aplicação do produto em aula: Literatura de Cordel

Para expor como se deu nossa experiência ao aplicar o produto, na sequência disponibilizamos o roteiro da nossa prática através dos itens: 1. Quadro resumo, 2. Planejamento, 3. Apresentação da proposta aos alunos, 4. Produção e avaliação e 5. Exemplos de produções dos alunos. Vejamos:

1. Quadro de análise

NARRATIVA	
TIPO	Literatura de Cordel
TÍTULO	Pitelim e as Leis de Newton
AUTOR	Autoria de Lima, J.; Sousa, J; Feitosa, S.
CONTEÚDO	Leis de Newton e Movimento Circular Uniforme
OBJETIVO GERAL	Oportunizar a apreensão de conhecimentos das leis de Newton e de movimento circular uniforme (MCU) através da literatura de cordel
OBJETIVO ESPECÍFICO	Solicitar que os alunos produzam um texto de cordel que seja capaz de comunicar conhecimentos de MCU e leis de Newton

QUANTIDADE DE AULAS ADICIONAIS	Duas
RECURSOS DIDÁTICOS: Textos guia	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Texto guia para apropriação das características da literatura de cordel. Nossa opção foi o texto disponível em: http://cordeldobrasil.com.br/v1/aprenda-fazer-um-cordel/ 2. Cordel Pitelim e as Leis de Newton disponível para consulta online em: http://afisicaemcordel.blogspot.com/2009/02/pitelim-e-as-leis-de-newton.html 3. Texto guia contendo instrução para produção e avaliação do cordel. 	
<p>TRECHO DA OBRA:</p> <p>[...] <i>Pitelim tem dois menino / Um grande e outro pequeno / Que estudava no grupo / E lá foram aprendeno / O mais véi e mais astuto / Com a física foi se meteno</i></p> <p>[...] <i>Lá no grupo o professor / Começou logo a explicar / Umas ta de Lei de Newton¹ / Mandou o moleque estudar / Ele se agarrou aos livros / E se pois a pesquisar</i></p> <p>[...] <i>Quando chegou em casa / O seu pai tava danado / Ele tinha caído do burro / Ficou todo arrebetado / O bicho empancou de vez / E pra frente ele foi jogado²</i></p> <p>[...] <i>Ciba muito do tranqüilo / Dando uma de entendido / Disse, Isso né mulher não! / Deixe eu contar o moído, / Aprendi hoje na escola / As leis dum cabra sabido</i></p> <p>[...] <i>O nome dele é Newton / Um caboclo estudioso / Estudando a natureza / Descobriu um fato curioso / Quando um corpo tá parado / Só quer ficar em repouso</i></p> <p>[...] <i>Esse cabra também mostrou / Outro ponto interessante / Para um corpo se movendo / Num lugar aconchegante / Se num houver o atrito / Será nula a força resultante³</i></p> <p><i>Além de estudar a inércia / Mais duas leis ele estudou / Falou da gravitação universal⁴, / E noutras coisas ele pensou / Vou explicar mais um pouco / Esse assunto pro sinhô/</i></p> <p><i>Existe uma segunda lei⁴ / Que né complicada não, / Ela diz que uma força / É massa vezes aceleração / Pra entender o moído / Vou lhe dar uma explicação.</i></p>	
<p>MICROANÁLISE:</p> <p>[1] Neste trecho do cordel observa-se a inserção da personagem que por intermédio dos estudos passará a conhecer as leis de Newton.</p>	

- [2] Inércia
- [3] Força resultante, 2º e 3º leis de Newton
- [4] Gravitação Universal

2. Planejamento

Para a aplicação desta primeira narrativa, optamos por aproveitar o momento de conclusão do conteúdo trabalhado no terceiro bimestre que foi de movimento circular uniforme e leis de Newton e suas aplicações. Aliado a isso, dispúnhamos do cordel supracitado, “Pitelim e as Leis de Newton”, que além de bem elaborado, é divertido e converge para uma das temáticas que estávamos tratando: leis de Newton. Havia também a vantagem de o texto estar disponível online, conseqüentemente, acessível a todos os estudantes.

Paralelamente, solicitamos junto a professora de literatura informações a respeito dos conhecimentos dos estudantes sobre literatura de cordel. Essa nos disse que os alunos já haviam estudado esse texto literário e se ofereceu para retomá-lo.

3. Apresentação da proposta aos alunos

Como havíamos citado anteriormente, os estudantes estavam concluindo o capítulo de MCU e leis de Newton, sendo que as estratégias pedagógicas correntes para apresentação do conteúdo se basearam em aulas expositivas dialogadas permeadas pelo uso da apostila, simulações virtuais, realização de experimentos no laboratório de física e resolução de exercícios pelo professor e pelos alunos. Ao final deste ciclo uma avaliação individual que já constava do planejamento do professor foi aplicada.

Na aula seguinte, já com os resultados da avaliação, ocorreu a devolutiva. Discutimos com os estudantes seus erros e acertos, oportunizando assim a retomada dos conceitos.

Nesta mesma aula apresentamos a proposta aos alunos procurando deixar claro o nosso objetivo específico. Iniciamos um diálogo para falarmos sobre a literatura de cordel projetando o texto guia 1 e nos apropriando das informações nele contidas como pré-requisito para a produção vindoura dos cordéis.

Texto Guia 1

Aprenda fazer um cordel

Autoria: Izaías Gomes de Assis – cordelobrasil.com.br

O que é literatura de cordel?

É uma narrativa poética popular escrita com métrica e com rimas soantes (perfeitas ou quase perfeitas).

O que é um verso?

É cada uma das linhas constitutivas de um poema. (o mesmo que pé).

Versos brancos: versos não rimados;

Versos soltos. Verso de seis pés: sextilhas

Verso de pé quebrado: Verso errado ou malfeito

O que é estrofe?

É um grupo de versos que apresentam, comumente, sentido completo, o mesmo que estância. Existem vários tipos de estrofes, no cordel as mais usadas são: quadra (que caiu em desuso), sextilha, setilha e décima. Veja os exemplos abaixo:

Quadra (estrofes de quatro versos de sete sílabas)

O sabonete cheiroso,

Bonitinho e perfumado;

Ele ouviu alguns rumores

Que o deixou encabulado. (A briga do sabão com o sabonete, Izaías Gomes de Assis)

Sextilhas (estrofes de seis versos de sete sílabas)

A sujeira aqui em baixo

Já está fazendo mal

E o Homem achando pouco

Lá no Espaço Sideral

Contamina nossa órbita

Com o lixo espacial. (A Terra pede socorro, Izaías Gomes de Assis)

Setilhas (estrofes de sete versos de sete sílabas)

Bin Laden conectado

Com Nete ficou teclando

Passando noites no Messagen

Por ela se declarando.

Bom! Gosto não se discute,

Mas não é que pelo Orkut

Um romance foi rolando. (Férias que Bin Laden passou em Natal, Izaías Gomes de Assis)

Décimas

Se eu morrer neste lugar

Cessando aqui minha lida

Lá do outro lado da vida

Do Sertão hei de lembrar

E se Deus me castigar

Será branda a punição

Pois ele dirá então:

– Pior castigo foi ser
Um sertanejo e viver
Distante lá do Sertão. (Saudades do meu sertão, Izaías Gomes de Assis)

O que é métrica?

Arte que ensina os elementos necessários à feitura de versos medidos. Sistema de versificação particular a um poeta: (Dicionário Aurélio).

Uma sílaba poética é diferente de uma sílaba comum. É possível unir duas ou mais sílabas ou fonemas em apenas uma sílaba poética. Veja o verso abaixo:

Lá do_outro lado da vida

Observe que essa estrofe tem oito sílabas comuns, mas poeticamente só tem sete sílabas metrificadas.

1 2 3 4 5 6 7
Lá do ou tro la do da vi da

A sílaba poética é pronunciada como ouvimos os versos, por isso a sonoridade é importante num verso metrificado (a essa contração dá-se o nome de crase ou elisão) e só se conta as sílabas até a sílaba tônica da última palavra.

Veja outro exemplo:

Em pleno século **vinte**,
O colossal transatlântico
Partindo lá da_Inglaterra
E_atravesando o Atlântico,
Chega à_América em cem **horas**.
Feito digno de **cântico**. (Manuel Azevedo, A tragédia do Nyengurg)

As sílabas em negrito são as sílabas tônicas das últimas palavras, onde termina a contagem das sílabas métricas, e as sílabas sublinhadas são as que se contraem formando uma única sílaba.

Observa-se que três vocais se contraindo no quinto verso e no sexto verso a consoante “g” forma uma sílaba. Na literatura de cordel geralmente usa-se os versos de sete sílabas (redondilhas maiores) e os versos de dez sílabas (decassílabos). Outro ex.:

Vou narrar uma história
De_um pavão misterioso
Que levantou vôo da Grécia
Com um rapaz corajoso
Raptando_uma condessa
Filha de_um conde_orgulhoso. (* Romance do Pavão Misterioso.)

O que é rima?

Identidade de som na terminação de duas ou mais palavras. Palavra que rima com outra.

Rimas ricas: Rimas entre palavras de que só existem poucas, ou raríssimas, (chamadas também de rimas difíceis) com a mesma terminação, como novembro e dezembro; túmido e úmido, ou, segundo critério mais seguro, entre palavras de classes gramaticais distintas, como santo (adjetivo) e enquanto (conjunção), minha (pronome) e caminha(verbo).

Rimas pobres: Rimas entre palavras de que se encontra superabundância com a mesma terminação, (chamadas também de rimas fáceis) como agonia e sombria; caminhão e pão ou entre palavras antônimas, como fiel e infiel, simpático e antipático, ou, ainda, segundo critério preferível, entre vocábulos da mesma classe gramatical, como chorasse (verbo) e cantasse (verbo); meu (pronome) e seu (pronome).

Rimas toantes: Aquelas em que só há identidade de sons nas vogais, a começar das vogais tônicas até a última letra ou fonema, ou algumas vezes, só nas vogais tônicas, ex.: fuso e veludo; cálida e lágrima. (essa forma não é aceita na cantoria nem na literatura de cordel).

Rimas consoantes: As que se conformam inteiramente no som desde a vogal tônica até a última letra ou fonema. Ex.: fecundo e mundo; amigo e contigo; doce e fosse; pálido e válido; moita e afoita. (essa é a forma adotada nas cantorias e na literatura de cordel por ser uma rima perfeita).

Palavras com grafia diferente, mas com fonemas (sons) iguais são consideradas rimas perfeitas, ex.: chorasse e face; princesa e riqueza; peça e pressa; seis e mês; faz e mais, PT e dendê.

Temos que ter maior cuidado com palavras estrangeiras, porém podem ser usadas, ex.: discute e orkut; batuque e notebook; bauex e você; Internet e chevette, gay e rei. (Existe uma linha de poetas contemporâneos que não utilizam a rima com grafia diferente).

Rimas aparentes (em hipótese alguma se usa no cordel)

São palavras que enganam pelas suas sonoridades parecem que rimam com outras, porém não rimam, ex.: Ceará e cantar; café e chofer; doutor e cantou; desistir e aqui; preferido e amigo; esperto e concreto, pensamento e centro; menina e clima; métrica e genérica; pensamento e tempo vazio e sumiu; cururu e azul.

Cuidado que tem palavras que praticamente não existem rimas para elas, ex.: pizza, tempo, cinza e lâmpada.

CUIDADO: Não se rima plural com singular.

Devido um fato histórico-linguístico não se rima palavras terminadas em “l” com terminadas em “u”, ex.: Brasil e viu; Natal e bacurau Gabriel e chapéu não rimam. (ASSIS, 2011)

Posteriormente, projetamos o texto guia 2 e nos utilizamos dele como exemplo de produção de um cordel com o mote leis de Newton. Para tal, fizemos a leitura e análise do texto, discutindo as suas características literárias e os apontamentos da física nele contido.

Texto Guia 2

Pitelim e as Leis de Newton

Autoria de J Lima, J Sousa , S feitosa

Pitelim é um matuto / Que tudo quer intendê / Pense num cabra danado / Em tudo quer se meter / Botou os filho na escola / Pra sê doutô quando crescer

Nosso amigo é um caboclo / Desses bem conversado / Sempre quis estudar / Mas o destino não o ajudou / Teve de trabaiaá na roça / Foi isso que o educou

Pitelim tem dois menino / Um grande e outro pequeno / Que estudava no grupo / E lá foram aprendeno / O mais véi e mais astuto / Com a física foi se meteno

Lá no grupo o professor / Começou logo a explicar / Umas ta de Lei de Newton / Mandou o moleque estudar / Ele se agarrou aos livros / E se pois a pesquisar

Quando chegou em casa / O seu pai tava danado / Ele tinha caído do burro / Ficou todo arrebetado / O bicho empancou de vez / E pra frente ele foi jogado

Ciba foi se aproximando / Começou logo a mangar / Disse que foi a inércia / Que fez seu pai avoar / Pitelim sem entender nada / Gritou logo, venha cá:

Conte logo essa história / Já tou ficano é nervoso / Quem é essa tal de inércia / Pois tou todo doloroso / Quero saber porque ela / Me derrubou do Teimoso

Ciba muito do tranqüilo / Dando uma de entendido / Disse, Isso né mulher não! / Deixe eu contar o moído, / Aprendi hoje na escola / As leis dum cabra sabido

O nome dele é Newton / Um caboclo estudioso / Estudando a natureza / Descobriu um fato curioso / Quando um corpo tá parado / Só quer ficar em repouso

Esse cabra também mostrou / Outro ponto interessante / Para um corpo se movendo / Num lugar aconchegante / Se num houver o atrito / Será nula a força resultante

Pitelim foi se animando / Inté começou a entender / As idéias que seu filho / Passou a lhe fornecer / Até pediu outro exemplo / Pra nunca mai se esquecer

Ciba muito empolgado / Um outro exemplo contou: / Um cabra vinha de oimbo / E um cochilo ele tirou / Aí acontece uma freada / No chão o cabra acordou

A primeira lei de Newton / Conhecida como inércia / Foi observando fenômenos/ Em uma de suas peripécias / Que Newton a desenvolveu / Inté parece uma conversa

Pitelim todo abestalhado / Com a sabedoria do Ciba / Começou a bater palma / Ciba de nariz pra riba / Disse painho tenha calma / Que nós só demo a partida

Quem observou tudo isso / Foi um grande pesquisador / Que de tanto ele curiar / Muitas coisas nos deixou / Conhecido como Newton / Nem sei se era doutor

Além de estudar a inércia / Mais duas leis ele estudou / Falou da gravitação universal, / E noutras coisas ele pensou / Vou explicar mais um pouco / Esse assunto pro sinhô

Falei apenas o princípio / Desse assunto mal criado / Tem até um mói de livro / Sobre Newton publicado / A mecânica newtoniana / Assunto muito estudado

Existe uma segunda lei / Que né complicada não, / Ela diz que uma força / É massa vezes aceleração / Pra entender o moído / Vou lhe dar uma explicação

Quando a gente vai num sitio / Atrás de fruta pra comer / Joga uma pedra na manga / E ela começa a descer / É por causa dessa lei / Que isso vem a acontecer

Algo puxa ela pra baixo / Sem ninguém poder notar / Por causa da gravidade / Pense numa força especia / Em tudo quanto tem massa / Essa danada pode atuar
(...)

4. Produção e avaliação

Após apresentação dos textos guia 1 e 2, passamos a discorrer sobre os critérios de produção e avaliação.

Disponibilizamos aos alunos o texto guia 3, que contém as regras da atividade, estabelecendo a obrigatoriedade da entrega das produções de cordéis, por valer nota, e com prazo para duas semanas. Como, no caso específico desse colégio, há possibilidade de aplicar uma avaliação intermediária denominado trabalho em grupo (TG) com valor de 7 pontos, que é a média das

atividades solicitadas pelo professor, o critério de avaliação determinado foi que o cordel seria mais um instrumento de avaliação que participaria da composição deste TG.

Texto Guia 3

Instruções para produção e avaliação do trabalho:

Criar um cordel para ensinar física

A seguir, temos um pequeno texto que objetiva registrar e instruir os alunos quanto aos principais combinados desta atividade. Pela nossa experiência docente, sabemos que, apesar de termos falado com os alunos os combinados em aula, é importante gerar um registro instrucional.

Trabalho: Criar um cordel para ensinar física.

Objetivo: Produzir um cordel que comunique conhecimentos de Movimento Circular Uniforme ou leis de Newton.

Regras:

1. Produzir o cordel de acordo com as características básicas de um cordel. (folheto, gravura, métrica etc.). Ao final, disponibilizo um link didático sobre as características do cordel. Você receberá uma instrução adicional da professora de literatura, no entanto, recomendo a você que assista a um vídeo sobre o cordel no youtube, tem diversos à disposição.
2. Pode ser impresso ou manuscrito.
3. O seu objetivo deve ser de ensinar os conhecimentos de física propostos no objetivo através do cordel, ou seja, seja rigoroso quanto a correção dos conceitos e o mais didático possível.
4. Procure ser criativo quanto as rimas e siga as dicas e regras apontadas no texto que que aponte.
5. Quanto ao conteúdo contemplado no cordel, escolha entre MCU ou leis de Newton, podendo ser ambos inclusive.
6. Prazo de entrega: Duas semanas partir da data de publicação deste texto.
7. Avaliação: Compõe a nota do trabalho individual (TI) 7 pontos.

Critérios:

- f) Correção dos conceitos de física; (até 4 pontos);
- g) Atendimentos às características do cordel; (até 1 ponto);
- h) Criatividade nas rimas (rima pobre X rima rica) (até 1 ponto);
- i) Correção na confecção das estrofes (sextilha, setilha etc.) (até 1 ponto)

Referências:

3. Sobre o cordel: <http://cordelobrasil.com.br/v1/aprenda-fazer-um-cordel/>

2. Exemplo: Pitelim e as Leis de Newton:

<http://afisicaemcordel.blogspot.com/2009/02/pitelim-e-as-leis-de-newton.html>

5. Exemplos de produções dos alunos.

A partir da explicação das atividades os estudantes foram convidados a produzir os cordéis como produções individuais que explicitassem seu entendimento sobre determinados conhecimentos das Leis de Newton e MCU. Para tanto, os alunos tiveram que trabalhar tanto seu saber específico como a criatividade artística e literária para produção do material. Fazemos algumas análises de trabalhos apresentados que podemos destacar.

vi) Grupo 1: Cordel "As leis de Newton"

O primeiro grupo a ser analisado se constitui de 4 alunos (1 menino e 3 meninas) do 1 ano do EM. Dentre eles, 2 possuem interesse em áreas de linguagens e 2 nas áreas de exatas e experimentais. Contudo, todos os participantes deste grupo são considerados bons alunos pela equipe docente multidisciplinar do colégio. O grupo atendeu ao combinado de produzir um cordel nos moldes do tradicional e de acordo com as orientações recebidas durante o processo. A ilustração da capa não foi feita em xilogravura - o que é esperado, visto que a confecção através da chapa de madeira é trabalhosa - mas foi confeccionada com características estéticas bem próximas das xilogravuras, com bastante capricho e criatividade, combinando a figura do Newton com a cultura nordestina geratriz da popularização do cordel no Brasil, como podemos conferir na figura.

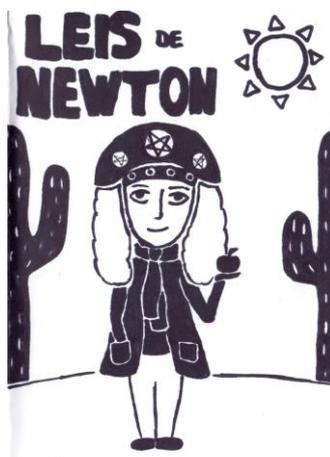


Figura 11: Capa do Cordel Leis de Newton
Fonte: (Alunos do Grupo 1, 2018)

Analisando o texto do Cordel do grupo 1 (figura 12), pode-se observar que o grupo é bastante eficiente ao utilizar desta narrativa, e, através de um bom uso das rimas, discutir aspectos da natureza das ciências e os mitos que estão associados a alguns fenômenos.

Na primeira estrofe observamos que o grupo remete à biografia de Newton. Ainda que “doido” e “insolente” não correspondam exatamente ao que se descreve do cientista, sua excentricidade foi conhecida, assim como sua genialidade, exposta através da “sede voraz” pelo conhecimento” denotada no último e penúltimo pé da estrofe.

Na segunda estrofe comparece a fábula da queda da maçã na cabeça de Newton, que teria sido o gatilho para criação da teoria da gravidade, mas que no texto do grupo está conectada a 3º lei de Newton como se observa na terceira estrofe. Estas duas estrofes nos comunicam algo relevante sobre o capital cultural do grupo. Considerando que o professor nunca citou a fábula da maçã em sala de aula, podemos inferir que o grupo está municiado de conhecimentos advindos de sua experiência extraclasses, e conseqüentemente isso refletiu na boa qualidade de sua produção e na oportunidade para trazer à discussão a ampliação da temática.

É interessante observar a preocupação dos alunos em trazer para o texto do cordel a explicação matemática (“toda força que sentiu era massa vezes aceleração”, 2º lei de Newton e “mi”, “veiz”, “enezão”) que reflete seu conhecimento a representação matemática. Esse fator é interessante, pois em geral, os críticos a esse tipo de atividade apontam a limitação no uso da matemática, contudo, pode-se perceber que ainda que sob outro viés da linguagem, esse saber ainda se mostra significativo para os alunos.

Na última estrofe observa-se a discussão do conceito de força, sendo que, além de notório que houve uma boa apreensão de conceitos básicos discutidos em sala, evidencia-se uma boa dose de criatividade por parte dos estudantes ao comunicar que as forças atuam aos pares: “a força é entidade se manifesta em paridade”.

Seu Newtinho era um capataz Muito doido e insolente Tinha uma cabecinha sagaz Incompreendido por muita gente Tinha uma sede voraz De saber mais que o presidente	Logo, Newtin deduziu Uma segunda lei Toda força que sentiu Era massa vezes aceleração Vários tipos atribuiu Como Motriz e de Tração
Certo dia, Newtinho saiu Lá pro quintal de seu sobrado Leu tanto que dormiu Acordou com um galo dado "O que foi isso?", repetiu Uma maçã, seu retardado	Também fez questão De criar outro conceito Atrito era o arrastão Que o chão dava de jeito Sempre "mi", "veiz", "enezão" Cinético e estático, perfeito
Newtinho analisava friamente Aquilo que havia ocorrido A dor na cuca era latente Ação e reação, pensou A maçã rapidamente E a dor que lhe causou	Que que é força? indagou Força não é, contrariou A Força é entidade Se manifesta em paridade E como mede, Gilberto? Em Newtin, ô esperto.
Chamou aquilo de lei Não a do deputado Mas uma da natureza Ficou intê emocionado Não sabia a impoeteza De seu estudo esforçado	

Figura 12: Texto do Cordel Leis de Newton

Fonte: (Alunos do Grupo 1, 2018)

No momento da devolutiva aos estudantes a primeira ação do professor foi a de se reunir com os grupos e lhes compartilhar sua análise da atividade. Após a devolutiva, os grupos foram solicitados a compartilhar a leitura do cordel com os colegas de sala tratando de explicar, sob o olhar da física, suas colocações no texto. Também foi solicitado ao grupo que respondessem algumas perguntas que nos ajudaram a inferir o resultado da aplicação deste produto.

Questionário

Grupo: 1

Título do Cordel: As leis de Newton.

Prezado aluno, sua devolutiva é muito importante para o aprimoramento das nossas práticas pedagógicas. Sendo assim, peço que responda às perguntas abaixo com sinceridade, elas não valem nota, mas valem o apreço que o professor tem pela sua participação.

1. *Você acredita que a atividade proposta ajudou a melhorar sua compreensão a respeito do conteúdo abordado na aula? Por favor, explique a partir de sua experiência em sala de aula.*

Sim, foi uma forma de revisar o conteúdo explorando a criatividade, para aqueles do grupo que tem mais afinidade com o lado criativo tornou a matéria mais interessante.

2. O que você achou em trabalhar com cordel em uma aula de física? Quais foram suas dificuldades em relação a produção do cordel?

Achei a proposta interessante porque a física geralmente tem apenas contas e aprender a matéria de um jeito mais criativo conseguiu atingir quem tem facilidade em ambas as áreas. A parte mais difícil de fazer o cordel foi fazer a métrica corretamente.

3. Você considera que o conteúdo da disciplina fez diferença para elaborar o cordel?

Sim, pois o conteúdo eram mais teorias, então facilitou na hora de escrever pois já tínhamos o assunto formado e o conhecimento necessário.

4. Escreva, caso queira, suas críticas e sugestões para o aprimoramento desta prática. Não respondeu.

vii) Grupo 2 - Cordel "A física em cordel"

O segundo grupo a ser analisado se constitui de 2 alunas do 1 ano do EM. Apesar da ilustração da capa não ser autoral, e conseqüentemente, descontextualizada, de maneira geral a dupla se atentou bem às orientações e conseguiu produzir um texto interessante.

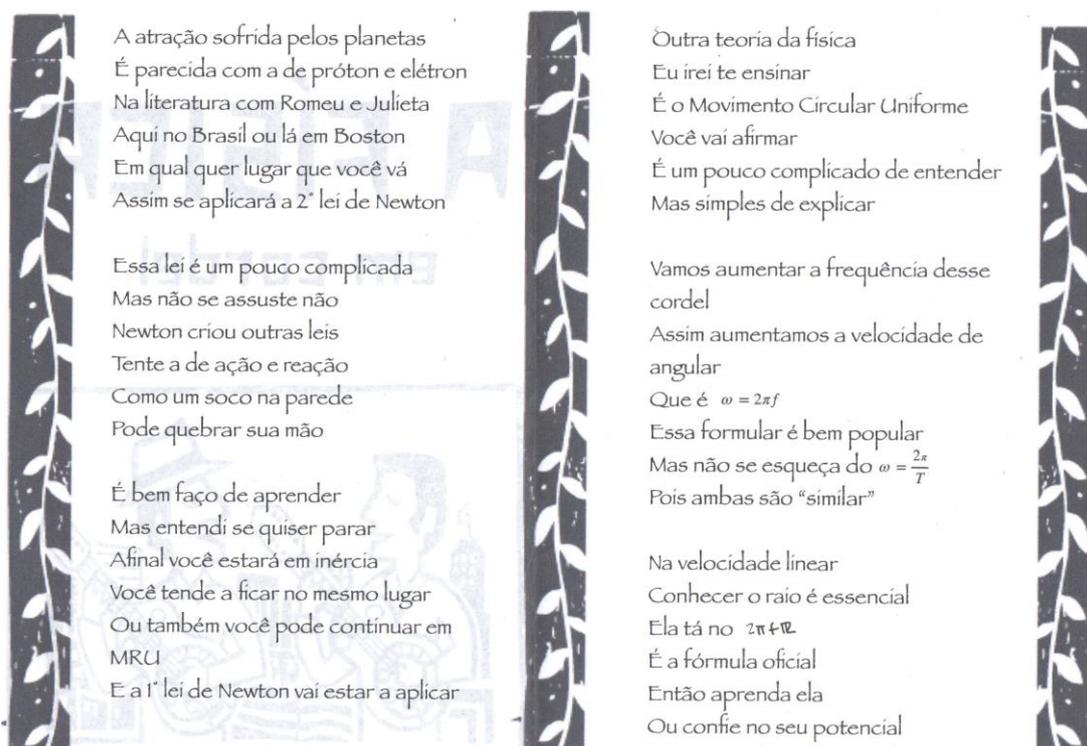


Figura 13: Capa do Cordel: A física em Cordel
Fonte: (Alunas do Grupo 2, 2018)

Analisando o texto do Cordel do grupo 2 (figura 14), verificamos que as alunas abordaram ambos os temas propostos na atividade, leis de Newton e MCU. Apesar da aparente confusão em relação à clássica classificação numérica das leis de Newton, verificou-se que nos dois primeiros pés da estrofe inicial, as estudantes procuram fazer uma analogia da terceira lei de Newton (elas classificam como segunda lei) com o princípio da atração/repulsão de cargas elétricas. Importante salientar que as alunas se valeram de conhecimentos prévios de eletrostática (estudados no 9º ano) já que no bimestre corrente o conteúdo não é de eletricidade.

Na segunda estrofe novamente a ação e reação figura quando há menção da força de reação que uma parede exerceria na mão de alguém que a acertasse: “*tente ação e reação*” e “*quebrar sua mão*”. Na terceira estrofe a primeira lei é comunicada de uma maneira bastante criativa: “*é fácil de aprender / mas entendi se quiser parar / afinal você estará em inércia / Você tende a ficar no mesmo lugar*”.

Na quarta estrofe a dupla modula o tema para o MCU deixando implícito a dependência da frequência da velocidade angular “*vamos aumentar a frequência deste cordel / assim aumentamos a velocidade angular*”. Finalmente na quinta estrofe a estratégia da quarta é repetida quando comunicam que a velocidade linear depende do raio.



A atração sofrida pelos planetas
É parecida com a de próton e elétron
Na literatura com Romeu e Julieta
Aqui no Brasil ou lá em Boston
Em qual quer lugar que você vá
Assim se aplicará a 2ª lei de Newton

Essa lei é um pouco complicada
Mas não se assuste não
Newton criou outras leis
Tente a de ação e reação
Como um soco na parede
Pode quebrar sua mão

É bem fácil de aprender
Mas entendi se quiser parar
Afinal você estará em inércia
Você tende a ficar no mesmo lugar
Ou também você pode continuar em
MCU
E a 1ª lei de Newton vai estar a aplicar

Outra teoria da física
Eu irei te ensinar
É o Movimento Circular Uniforme
Você vai afirmar
É um pouco complicado de entender
Mas simples de explicar

Vamos aumentar a frequência desse
cordel
Assim aumentamos a velocidade de
angular
Que é $\omega = 2\pi f$
Essa fórmula é bem popular
Mas não se esqueça do $\omega = \frac{2\pi}{T}$
Pois ambas são “similar”

Na velocidade linear
Conhecer o raio é essencial
Ela tá no $v = r\omega$
É a fórmula oficial
Então aprenda ela
Ou confie no seu potencial

Figura 14: Texto do Cordel A física em Cordel

Fonte: (Alunas do Grupo 2, 2018)

Questionário
Grupo: 2
Título do Cordel: A física em cordel
Prezado aluno, sua devolutiva é muito importante para o aprimoramento das nossas práticas pedagógicas. Sendo assim, peço que responda às perguntas abaixo com sinceridade, elas não valem nota, mas valem o apreço que o professor tem pela sua participação.
1. <i>Você acredita que a atividade proposta ajudou a melhorar sua compreensão a respeito do conteúdo abordado na aula? Por favor, explique a partir de sua experiência em sala de aula.</i>
<i>Sim, durante a aula lembrei de alguns versos, o que facilitou a nossa compreensão.</i>
2. <i>O que você achou em trabalhar com cordel em uma aula de física? Quais foram suas dificuldades em relação a produção do cordel?</i>
<i>Achei muito legal. As dificuldades foram poucas, porém achamos complicado fazer as rimas.</i>
3. <i>Você considera que o conteúdo da disciplina fez diferença para elaborar o cordel?</i>
<i>Sim, pois a física é um conteúdo bem mais de cálculo do que teórico, o que dificulta um pouco as rimas.</i>
4. <i>Escreva, caso queira, suas críticas e sugestões para o aprimoramento desta prática.</i>
<i>Não há nenhuma crítica.</i>

viii) Grupo 3 - Cordel "Leis de Newton"

Assim como o segundo, o terceiro grupo a ser analisado se constitui de 2 alunas do 1 ano do EM. A ilustração da capa é uma caricatura de Newton, e apesar de não ser descontextualizada, não procura remeter a tradição cordelista observada nas capas dos cordéis nordestinos. Contudo não há prejuízo para o trabalho, visto que o texto das alunas foi bem produzido, é bastante claro, divertido e dotado de um bom rigor fenomenológico.

Ao ler o texto do Cordel do grupo 3 (figura 15), verificamos que as alunas focaram seu cordel nas leis de Newton. A primeira estrofe é um chamamento para a leitura, que nada comunica das leis de Newton, mas que deixa claro o entendimento que as alunas tiveram da literatura de cordel onde é comum observarmos esse tipo de introdução de apologia à leitura do cordel. Na segunda estrofe a 1º lei de Newton é bem abordada, comunicando tanto a tendência de

um corpo ficar parado ou em MRU caso não sofra ação de força resultante não nula.

Já na terceira estrofe, assim como o primeiro grupo analisado, este cordel trata da segunda lei matematicamente, de maneira bem objetiva, com boa correção e conseguindo manter a rima. Na quarta estrofe o texto confere uma boa explicação sobre a terceira lei de Newton, e a última estrofe nos chama a atenção pela criatividade ao usar de um trocadilho para mencionar a inércia de um corpo: “e por isso estou indo embora / se ninguém vier me parar continuarei seguindo / se entendeu esse trocadilho / então as leis tu tá usufruindo”.



Figura 15: Texto e capa do Cordel Leis de Newton

Fonte: (Alunas do Grupo 3, 2018)

Questionário

Grupo: 3

Título do Cordel: Leis de Newton

Prezado aluno, sua devolutiva é muito importante para o aprimoramento das nossas práticas pedagógicas. Sendo assim, peço que responda às perguntas abaixo com sinceridade, elas não valem nota, mas valem o apreço que o professor tem pela sua participação.

1. Você acredita que a atividade proposta ajudou a melhorar sua compreensão a respeito do conteúdo abordado na aula? Por favor, explique a partir de sua experiência em sala de aula.

A atividade ajudou muito e facilitou a compreensão do conteúdo abordado, pois foi preciso pesquisa e aprofundamento sobre o tema para montar o cordel. Além disso, as rimas ajudaram a decorar parte da matéria e usá-las na prova.

2. O que você achou em trabalhar com cordel em uma aula de física? Quais foram suas dificuldades em relação a produção do cordel?

Trabalhar com cordel em física foi algo inusitado, porém rico, pois me fez perceber que as matérias estão ligadas e podem se relacionar para facilitar a compreensão destas. A maior dificuldade para a produção do cordel foi relacionada a estrutura: dificuldade em contar sílabas métricas e em rimar.

3. Você considera que o conteúdo da disciplina fez diferença para elaborar o cordel?

O conteúdo, por ser amplo, permitiu vários caminhos para o cordel: uso de apenas uma lei, de todas, mesclar movimento circular etc. Isso facilitou a construção das sentenças, mas é possível notar que aquele tema e conteúdo podem ser colocados em um cordel.

4. Escreva, caso queira, suas críticas e sugestões para o aprimoramento desta prática.

Como percebi que tiveram alunos que não deram verdadeira importância ao projeto, buscando aproximar estes da literatura, cultura e física aplicada a estes, uma competição de cordéis poderia ser feita em sala, com votação e um pequeno prêmio misterioso, como um livro de cordéis ou até mesmo um pequeno bônus na média.

ix) Grupo 4 - Cordel "A física em cordel"

O quarto grupo que aqui trazemos constitui de 3 alunas e 1 aluno do 1º ano do EM. Em seu texto de Cordel (figura 17), observamos que os alunos focaram em tratar apenas das leis de Newton. A primeira estrofe apresenta uma explicação sobre a primeira lei de Newton, a inércia. Os alunos ficaram atentos às rimas e, conseguiram apresentar uma explicação adequada à lei mencionada. A segunda estrofe careceria de um pouco mais de coesão e correção quanto a temática, no entanto, percebemos que o objetivo foi de dar uma explicação geral sobre como as forças atuam na natureza e a percepção de que uma força nunca age sozinha, da mesma maneira que se houver alguma deformação existirá uma força elástica, o ente físico mencionado na estrofe.

Já na terceira estrofe, este cordel trata da segunda lei de Newton, de maneira bem-humorada, envolvendo carinhosamente o professor. Na quarta estrofe o texto apresenta uma explicação coerente sobre a terceira lei de Newton, e de forma descontraída terminam a estrofe agradecendo ao professor.

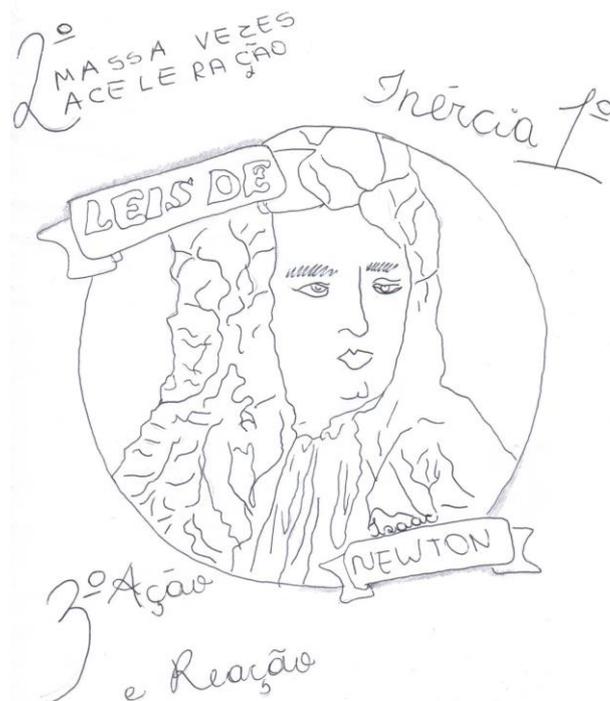


Figura 16: capa do Cordel Leis de Newton

Fonte: (Alunas do Grupo 4, 2018)

Presta atenção que eu falar
 A primeira vou mandar
 Com os corpos equilibrados
 Sob inércia vão estar
 Soma das forças da zero
 Até outro lá atuar

Existe uma segunda eu
 Que difícil não é não
 Ela diz que a força
 É massa vezes aceleração
 Só decore essa fórmula
 Para alegrar o Toniao

Com as forças sempre aos pares
 Gera uma deformação
 Surge com um ente físico
 Não um aceleração
 Sabendo de tudo isso
 Você vai tirar um deizao

Toda ação tem reação
 Mesma força e direção
 Com sentidos diferentes
 Essa é a explicação
 O obrigado é por tudo
 Te amamos Toniao

Figura 17: Texto do Cordel Leis de Newton

Fonte: (Alunas do Grupo 3, 2018)

Questionário

Grupo: 4

Título do Cordel: A física em cordel

Prezado aluno, sua devolutiva é muito importante para o aprimoramento das nossas práticas pedagógicas. Sendo assim, peço que responda às perguntas abaixo com sinceridade, elas não valem nota, mas valem o apreço que o professor tem pela sua participação.

1. *Você acredita que a atividade proposta ajudou a melhorar sua compreensão a respeito do conteúdo abordado na aula? Por favor, explique a partir de sua experiência em sala de aula.*

Eu acho que ajudou sim, porque faz com que, de uma forma criativa, lembremos o conteúdo e aprimoramos com exemplos.

2. *O que você achou em trabalhar com cordel em uma aula de física? Quais foram suas dificuldades em relação a produção do cordel?*

Foi bem legal, mas tive dificuldades sim principalmente com o número de sílabas de cada verso e com as rimas.

3. *Você considera que o conteúdo da disciplina fez diferença para elaborar o cordel?*

Sim, porque quando o conteúdo tem muitas contas e números fica mais difícil.

4. *Escreva, caso queira, suas críticas e sugestões para o aprimoramento desta prática.*

Seria bom fazermos mais trabalhos assim, para podermos aprender de forma mais dinâmica.

x) Grupo 5 - Cordel "Leis de Newton"

Ainda o estamos tratando como grupo 5, este cordel foi uma produção individual de um aluno do 1º EM. Apesar de ter formatado a atividade como um folheto de cordel, o estudante não produziu uma ilustração de capa. Quanto ao texto (figura 15), percebemos que o aluno também discorreu apenas sobre as leis de Newton. Na primeira estrofe notamos uma apresentação à biografia do Newton especialmente quanto à sua multidisciplinaridade. Na segunda estrofe, cita a lei da Inércia, na terceira estrofe e quarta trata da Ação e Reação. Na quinta estrofe notamos uma explanação sobre a segunda lei de Newton, e, finalmente na última estrofe, encerra o Cordel retomando as contribuições que Newton deu para a ciência e ressaltando sua importância para os estudos.

Newton era muito inteligente	São três Leis de Newton
Toda ciência queria estudar	Lei da inércia e aceleração
Física, filosofia, matemática	A sua terceira lei
Sobre tudo podia discursar	Explica ação e reação
Sua grande descoberta	Graças a seus estudos
Foram leis que soube criar	Houve muita evolução
A Primeira Lei de Newton	A Segunda Lei de Newton
Sobre inércia vai falar	Vou dar a explicação
Um corpo em repouso	Princípio fundamental da dinâmica
Em repouso irá ficar	Tem que saber a expressão
Mas se está em movimento	Força é igual a massa
Continua a se movimentar	Multiplicada pela aceleração
A Terceira Lei de Newton	Newton fez muitas descobertas
Princípio de ação e reação	Para ciência ele colaborou
Para cada força de ação	Até hoje nós aprendemos
Há sempre uma reação	Tudo que ele estudou
De mesma intensidade e direção	Por isso é muito importante
O sentido não é o mesmo não.	Entendermos o que ele ensinou

Figura 18: Texto do Cordel Leis de Newton

Fonte: (Aluno do Grupo 5, 2018)

Questionário

Grupo: 5

Título do Cordel: Leis de Newton

Prezado aluno, sua devolutiva é muito importante para o aprimoramento das nossas práticas pedagógicas. Sendo assim, peço que responda às perguntas abaixo com sinceridade, elas não valem nota, mas valem o apreço que o professor tem pela sua participação.

1. *Você acredita que a atividade proposta ajudou a melhorar sua compreensão a respeito do conteúdo abordado na aula? Por favor, explique a partir de sua experiência em sala de aula.*

Sim, eu consegui entender melhor a matéria.

2. *O que você achou em trabalhar com cordel em uma aula de física? Quais foram suas dificuldades em relação a produção do cordel?*

Interessante e criativo.

3. *Você considera que o conteúdo da disciplina fez diferença para elaborar o cordel?*

Sim.

4. *Escreva, caso queira, suas críticas e sugestões para o aprimoramento desta prática.*

Não respondeu.

Os cinco exemplos supracitados são um recorte dos resultados experimentados ao lançarmos mão de uma atividade diferenciada que foge da narrativa tradicional ao comunicar ciência em sala de aula. Da forma como foi utilizada, interpolada com outras estratégias pedagógicas e de maneira interdisciplinar, pudemos perceber um bom aproveitamento e engajamento por parte da maioria dos alunos, pouquíssimos foram os estudantes que não “entregaram” a atividade. Ainda que observamos um gradiente na qualidade dos trabalhos, observamos que um bom número de estudantes que normalmente esperaríamos nada produzir em se tratando das propostas de atividades nas aulas de física, se dedicaram a dar suas contribuições na produção dos cordéis, como Silva e Arcanjo (2012) apontam:

“(...) o trabalho com a Literatura de Cordel, no contexto escolar, é extremamente valioso, na medida em que leva para os bancos escolares temas pertinentes que estão diretamente associados à formação dos discentes e associados à coletividade (...)” (p.2).

Referências Bibliográficas

ABREU, F.; FAWCETT, F.; SHAMBLIN, A.; YOUNG, A. **Rio 40 graus**. In: SLA 2 Be Sample. Brasil. EMI, 1942. LP.

ASSIS, I. G. **Aprenda fazer um cordel**. 2011. Disponível em: <<http://cordelobrasil.com.br/v1/aprenda-fazer-um-cordel/>> Acesso em: 10 setembro 2018.

ASSIS, J. M. M. de. **O espelho**. In: FIALHO E. A. L. (Orgs.). Contos Selecionados. 1. ed. Colatina: Clock-Book, 2016. P. 28-37.

BARBOSA, A.S.M.; PASSOS, C. M. B.; COELHO, A. de A. O cordel como recurso didático no ensino de ciências. **Experiências em Ensino de Ciências**, on-line, Ceará, V.6, n.2, agosto 2011. p. 161-168. Disponível em: <http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID154/v6_n2_a2011.pdf> Acesso em: 08 setembro 2018.

BARROSO, M. F. **Início Do MNPEF**. 2013. Disponível em <http://www.sbfisica.org.br/v1/index.php?option=com_content&view=article&id=489:inicio-do-mnpef&catid=150:opinioao&Itemid=316> Acesso em: 10 setembro 2018.

BOURDIEU, P. **A Escola conservadora: as desigualdades frente à escola e a cultura**. In: NOGUEIRA, M. A.; CATANI, A. (Orgs.). Escritos de Educação. Rio de Janeiro: Vozes, 2008a. p. 39-64.

BOURDIEU, P. **Os Três estados do capital cultural**. In: NOGUEIRA, M. A.; CATANI, A. (Orgs.). Escritos de Educação. Rio de Janeiro: Vozes, 2008b. p. 73-79.

BRASIL, **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio** - Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>>. Acesso em: 15 Junho 2018.

CAMPOS, R. S. P. de. **O Uso de Textos Alternativos para o Ensino de Ciências e a Formação Inicial de Professores de Ciências**. 2011. 123 f. Dissertação (Mestrado em Educação para Ciência) - Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru.

CANDIDO, A. **O direito à literatura**. In: Vários Escritos. 5 ed. Rio de Janeiro: Ouro sobre azul/ São Paulo: Duas Cidades, 2011. 272 p.

CASTRO, S. R. F. **A abordagem do plágio nos livros didáticos do ensino fundamental e na visão de autores**. 2017. 122 f., il. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade de Brasília, Brasília, 2017;

CDMF. **Nanoarte**: A arte de fazer arte. 1. ed. São Carlos: Apor, 2013. 100 p.

CHIZZOTI, A. **Pesquisa em ciências humanas e sociais**. 11. ed. São Paulo: Cortez, 2010. 164 p.

CUCHE, D. **O Conceito de Cultura nas Ciências Sociais**. 1. ed. Tradução de Viviane Ribeiro. Bauru: Edusc, 1999. 256 p.

CUNHA, R. C. A pesquisa narrativa: uma estratégia investigativa sobre o ser professor. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO DA UFPI, 5., Teresina, 2009. **5º Encontro de Pesquisa em Educação da UFPI**. Teresina: Edufpi, 2009, v. 1. Disponível em: <http://leg.ufpi.br/subsiteFiles/ppged/arquivos/files/eventos/evento2009/GT.2/35_Renata%20Cristina%20da%20Cunha.pdf>. Acesso em 27 agosto 2018.

FIORENTINI, D. LORENZATO, S. **Investigação em educação matemática**: percursos teóricos e metodológicos. 3. ed. Campinas: Autores Associados, 2012. 228 p.

FOUREZ, G. **Crise no ensino de ciências?** Investigações em ensino de ciências, Porto Alegre v.8, n.2 p. 109-123, ago. 2003. Disponível em <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/542/337>>. Acesso em: 25 abril 2018.

FREIRE, P. **Carta de Paulo Freire aos professores**. Estudos Avançados, v. 15, n. 42, São Paulo: USP, 2001, p. 259-268.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 17ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FREIRE, P.; SHOR, I. **Medo E Ousadia. O cotidiano do professor**. RJ: Paz e Terra, 1986. 312 p.

GALVÃO, C. Narrativas em Educação. **Ciênc. educ. (Bauru)**, Bauru, v. 11, n. 2, ago. 2005. p. 327-345. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132005000200013&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 27 agosto 2018.

GANCHO, C. V. **Como analisar narrativas**. 7. ed. São Paulo: Ática, 2006. 79 p.

GEDEÃO, A. Poema para Galileo. **A física na escola**, São Paulo, v. 3, n. 2, p. 9-10. out. 2002.

GESSINGER, H. **Outras Frequências**. In: do Hawaii, Engenheiros. Acústico MTV. Brasil: Universal Music, 2004. Faixa 11. DVD.

GIL, G. **Quanta**. In: GIL, Gilberto. Quanta. Rio de Janeiro: Warner Music, 1997. Faixa 1. LP.

GILMORE, R. **Alice no país do Quantum**. A física quântica ao alcance de todos. 1. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1998. 196 p.

GIROUX, H. A. **Qual o papel da pedagogia crítica nos estudos de língua e de cultura?**: In: Revista Crítica de Ciências Sociais, n., 73, p. 131-143, dez. 2005. Entrevista concedida a Manuela Guilherme. Disponível em: <www.ces.uc.pt/rccs/includes/download.php?id=911> Acesso em: 09 Jul 2018.

GURGEL, I.; WATANABE, G. **A Elaboração de Narrativas em Aulas de Física**: A Aprendizagem em Ciências como Manifestação Cultural. 1. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2017. 103 p.

HUMMES, J. M. **As funções do ensino de música na escola, sob a ótica da direção escolar**: um estudo nas escolas de Montenegro. 2004. 121 f.. Dissertação (Mestrado em Música) - UFRGS, Porto Alegre.

INEP. **Resumo técnico-Resultados do índice de desenvolvimento da educação básica 2005-2015**. SAEB. Brasília: INEP/Ministério da Educação, 2016. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/educacao_basica/portal_ideb/planilhas_para_download/2015/resumo_tecnico_ideb_2005-2015.pdf> Acesso: 01 junho 2018.

LIGHTMAN, A. **Sonhos de Einstein**. Tradução de Marcelo Levy. 1. ed. São Paulo: Companhia de Bolso, 2014. 176 p.

LIMA, J. **O estudo dos fluídos**. 2009. Disponível em <<http://afisicaemcordel.blogspot.com/2009/05/o-estudo-dos-fluidos.html>> Acesso em: 10 setembro 2018.

LIMA, J.; MOISÉS, J; FEITOSA, S. **Pitelim e o fantasma da eletricidade**. 2009. Disponível em <<http://afisicaemcordel.blogspot.com/2009/02/pitelim-e-o-fantasma-da-eletricidade.html>> Acesso em: 10 setembro 2018.

LIMA, J.; SOUSA, J; FEITOSA, S. **Pitelim e as Leis de Newton**. 2009. Disponível em < <http://afisicaemcordel.blogspot.com/2009/02/pitelim-e-as-leis-de-newton.html> > Acesso em: 10 setembro 2018.

LIMA, J.; SOUSA, J; FEITOSA, S. **Pitelim e o estudo das ondas**. 2013. Disponível em <<http://afisicaemcordel.blogspot.com/2013/04/pitelim-e-o-estudo-das-ondas-por-j-lima.html>> Acesso em: 10 setembro 2018.

LIMA, L. G. de; RICARDO, E. C. Física e Literatura: uma revisão bibliográfica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 32, n. 3, maio 2015. p. 577-617. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2015v32n3p577/30630>>. Acesso em: 07 setembro 2018.

MASSARANI, L.; MOREIRA, I. de C; ALMEIDA, C. Para que um diálogo entre ciência e arte? **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, Rio de Janeiro, v. 13, supl. out 2006. p. 7-10. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-59702006000500001&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 01 setembro 2018.

MECKE, K.R. A Imagem da Literatura na Física. **Gazeta de Física**, Coimbra, v. 27, n. 4, p. 4-13, jan. 2005. Disponível em: <http://nautilus.fis.uc.pt/gazeta/revistas/27_4/artigo1.pdf>. Acesso: 07 setembro 2018.

MORAES, A. G. E. de. **O diferencial de notas entre as escolas públicas e privadas no Brasil: uma nova abordagem quantílica**. 2012. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Economia, Administração e contabilidade de Ribeirão Preto – Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto.

MOREIRA, A. F. B. A contribuição de Michael Apple para o desenvolvimento de uma teoria curricular crítica no Brasil. **Forum Educacional**,

[S.l.], v. 13, n. 4, set. 1989. P. 17-30. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/fe/article/view/61060>>. Acesso em: 08 Julho 2018.

MOREIRA, A. F. B. Currículos e programas no Brasil. 15. ed. São Paulo: Papyrus, 2008. 236 p.

MOREIRA, A. F. B.; SILVA, T. T. (Orgs.). **Currículo, Cultura e Sociedade**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1994. 154 p.

MOREIRA, I. de C. Poesia na sala da aula de ciências? **a Física na Escola**, São Paulo, v. 3, n. 1, p. 17-23, mai. 2002

MOREIRA, I. de C.; MASSARANI, L. (En)canto científico: temas de ciência em letras da música popular brasileira. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, Rio de Janeiro, v. 13, supl. out. 2006. p. 291-307. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-59702006000500018&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 05 setembro 2018.

MOREIRA, I. de C.; MASSARANI, L.; ALMEIDA, C. (orgs.). **Cordel e Ciência: a ciência em versos populares**. 1. ed. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2005. 252 p.

MOREIRA, I. de C.; MASSARANI, L. (En)canto científico: temas de ciência em letras da música popular brasileira. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, Rio de Janeiro, v. 13, supl. out. 2006. p. 291-307. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-59702006000500018&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 05 setembro 2018.

MOREIRA, M. A.; AXT, R. A questão das ênfases curriculares e a formação do professor de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 3, n. 2, jan. 1986. p. 66-78, jan. 1986. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7917/7283>>. Acesso em: 03 jul. 2018.

NOGUEIRA, C. M. M.; NOGUEIRA, M. A. **A sociologia da educação de Pierre Bourdieu: limites e contribuições**. Educação e Sociedade, Campinas, v. 23, n. 78, p. 15-35, abr. 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-73302002000200003&lng=en&nrm=iso> Acesso em: 15 abril 2018.

NOGUEIRA, M. A.; NOGUEIRA, C. M. M. **Bourdieu e a Educação**. Belo Horizonte: Autêntica, 2006.

REIS, N. **Segundo Sol**. In: REIS, Nando. Infernal. Brasil. WEA, 2001. Faixa 5. CD

RIBEIRO, R. M. L.; MARTINS, I. O potencial das narrativas como recurso para o ensino de ciências: uma análise em livros didáticos de Física. **Ciênc. educ. (Bauru)**, Bauru, v. 13, n. 3, dez. 2003. p. 293-309. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132007000300002&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 27 agosto 2018.

ROCKETH, R. **Uma noite e meia**. In: Marina Lima. Virgem. Brasil. Philips, 1987. Faixa 7. LP.

ROSA, Guimarães. **Primeiras estórias**. 15. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2008. 237 p.

SANTINI, Edmilson. **Da energia escura à luz que vem da sacada**. Rio de Janeiro: Observatório Nacional, 2012. Disponível em: <http://www.on.br/daed/imagens/cordel/revista_cordel.pdf>. Acesso em: 10 setembro 2018.

SANTOS, R. R. Dos.; RIGOLIN, C. C. D. Nanoarte como recurso pedagógico transdisciplinar: construindo conhecimento e consciência. In: **Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia**, 3., Ponta Grossa, 2012. **Anais...** Ponta Grossa, SINECT, 2012. p. 1-9. Disponível em: <<http://www.sinect.com.br/anais2012/html/artigos/ensino%20cie/36.pdf>>. Acesso em: 10 setembro 2018

SILVA, G. F da. **Astronomia**: Ciência em versos de cordel -: Kepler – Laplace -Senhor dos Anéis. Rio de Janeiro: Rovellet, 2012.

SILVA, G. F da. **Corpos Celestes**: Ciência em versos de cordel - Copérnico – Galileu -Constelação. Rio de Janeiro: Rovellet, 2009.

SILVA, G. F da. **Mecânica**: Ciência em versos de cordel -: Arquimedes – Isaac Newton. Rio de Janeiro: Rovellet, 2012.

SILVA, S. P. da. ARCANJO, J. G. **A Literatura de Cordel e o Ensino de Ciências**: uma Linguagem Alternativa na Promoção da Reflexão Socioambiental. Revista Virtual Partes. n. 15, 2012. Disponível em:

<<http://www.recantodasletras.com.br/artigos/3932234>>. Acesso em: 10 junho. 2018.

SILVA, T. T. **Documentos de identidade: uma introdução às teorias do currículo**. 3. ed.; 9. reimp. - Belo Horizonte: Autêntica, 2017. 156 p.

SOUZA, E. C. de; ABRAHÃO, M. H. M. B. (Org.) **Tempos, Narrativas e Ficções: a invenção de si**. 1. ed. Porto Alegre: EDPUCRS, 2006. Salvador: EDUNEB, 2006. 626 p.

VALLE, I. R. **O lugar da educação (escolar) na sociologia de Pierre Bourdieu**. Revista Diálogo Educacional, Curitiba, v. 13, n. 38, p. 411-437, jan./abr. 2013.

WATANABE, G.; HOSOKAWA, G. B. Contos de espelho – um diálogo possível entre ensino de física e literatura. **A física na escola**, São Paulo, v. 14, n. 1. p. 4-7, mai. 2016.

WATANABE, G.; HOSOKAWA, G. B. Contos de espelho – um diálogo possível entre ensino de física e literatura. **A física na escola**, São Paulo, v. 14, n. 1. p. 4-7, mai. 2016.

ZANETIC, J. Física e literatura: construindo uma ponte entre as duas culturas. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, Rio de Janeiro, v. 13, supl. out. 2006 p. 55-70. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-59702006000500004&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 7 setembro 2018.

ZANETIC, J. **Física também é cultura**. 1990. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.

APÊNDICE A – Instruções para produção e avaliação do trabalho Criar um cordel para ensinar física.

A seguir, temos um pequeno texto que objetiva registrar e instruir os alunos quanto aos principais combinados desta atividade. Pela nossa experiência docente, sabemos que, apesar de termos falado com os alunos os combinados em aula, é importante gerar um registro instrucional.

Trabalho: Criar um cordel para ensinar física.

Objetivo: Produzir um cordel que comunique conhecimentos de Movimento Circular Uniforme ou leis de Newton.

Regras:

1. Produzir o cordel de acordo com as características básicas de um cordel. (folheto, gravura, métrica etc.). Ao final, disponibilizo um link didático sobre as características do cordel. Você receberá uma instrução adicional da professora de literatura, no entanto, recomendo a você que assista a um vídeo sobre o cordel no youtube, tem diversos à disposição.
2. Pode ser impresso ou manuscrito.
3. O seu objetivo deve ser de ensinar os conhecimentos de física propostos no objetivo através do cordel, ou seja, seja rigoroso quanto a correção dos conceitos e o mais didático possível.
4. Procure ser criativo quanto as rimas e siga as dicas e regras apontadas no texto que que aponte.
5. Quanto ao conteúdo contemplado no cordel, escolha entre MCU ou leis de Newton, podendo ser ambos inclusive.
6. Prazo de entrega: Duas semanas partir da data de publicação deste texto.
7. Avaliação: Compõe a nota do trabalho individual (TI) 7 pontos.

Critérios:

- a) Correção dos conceitos de física; (até 4 pontos);
- b) Atendimentos às características do cordel; (até 1 ponto);
- c) Criatividade nas rimas (rima pobre X rima rica) (até 1 ponto);
- d) Correção na confecção das estrofes (sextilha, setilha etc.) (até 1 ponto)

Referências:

1. Sobre o cordel
<http://cordelobrasil.com.br/v1/aprenda-fazer-um-cordel/>
2. Exemplo: Pitelim e as Leis de Newton
<http://afisicaemcordel.blogspot.com/2009/02/pitelim-e-as-leis-de-newton.html>