



ESTUDANDO A RELATIVIDADE RESTRITA EM VERSOS DE CORDEL E HISTÓRIA EM QUADRINHOS, COM UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO À LUZ DA NEUROCIÊNCIA EDUCACIONAL

STUDYING SPECIAL RELATIVITY IN "CORDEL" VERSES AND COMICS, WITH A TEACHING SEQUENCE IN THE LIGHT OF EDUCATIONAL NEUROSCIENCE

Maria Derlandia de Araújo Januário

Mestra em Ensino de Física pelo Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física-MNPEF, polo 31 - Universidade Regional do Cariri- URCA.

Doutoranda em Ensino de Física - Universidade Federal do Rio Grande do Sul- UFRGS

derlandia.araujo@ufrgs.br

Francisco Augusto Silva Nobre

Doutor em Física

Departamento de Física – Universidade Regional do Cariri - URCA

Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física- MNPEF, polo 31 — URCA.

Universidade Federal do Ceará -UFC, Programa de Pós-Graduação em Ensino da Rede Nordeste de Ensino – Pólo RENOEN-UFC

Augusto.nobre@urca.br

Resumo

Este trabalho tem como objetivo apresentar os resultados da aplicação de um produto educacional composto por um folheto de cordel intitulado “Uma Viagem Arretada Para Uma Tá de Relatividade”, em formato de história em quadrinhos e uma sequência de ensino desenvolvida à luz da neurociência educacional, para o estudo da Relatividade Restrita. Realizamos esta experiência pedagógica em uma turma do nono ano do Ensino Fundamental de uma escola da cidade de Juazeiro do Norte - Brasil. A pesquisa é de caráter qualitativa e pesquisa-ação, utilizando os instrumentos de caderno de campo e entrevista coletiva. Destacaremos os indícios de aprendizagem dos estudantes e satisfação com o método escolhido, evidenciando o papel da neurociência educacional aliada aos estímulos e emoções provocadas pela declamação das rimas dos folhetos de cordel, o enredo e os traços da história em quadrinhos. A sequência de ensino contém cinco etapas fundamentadas nas contribuições teóricas de Mora (2004;2017); Cosenza e Guerra (2011), que trazem para a sala de aula o conhecimento sobre as emoções, a atenção, memórias, motivação e ambiente de estudo. Com esta experiência pedagógica, foi possível oferecermos aulas dinâmicas e criativas sobre Relatividade Restrita, despertar a emoção e aguçar a criatividade dos estudantes.

Palavras-chave: Relatividade Restrita, Cordel, História em Quadrinho, Neurociência Educacional

Abstract

This paper aims to present the results of the application of an educational product composed of a cordel booklet entitled “Uma Viagem Arretada Para Uma Tá de Relatividade”, in comic book format and a teaching sequence developed in the light of educational neuroscience, for the study of Special Relativity. We carried out this pedagogical experience in a ninth-grade class of a school in the city of Juazeiro do Norte - Brazil. The research is qualitative and action research, using the instruments of field notebook and collective interview. We will highlight the evidence of student learning and satisfaction with the chosen method, highlighting the role of educational neuroscience allied to the stimuli and emotions provoked by the declamation of the rhymes of the cordel pamphlets, the plot and the traces of the comics. The teaching sequence contains five steps based on the theoretical contributions of Mora (2004;2017); Cosenza and Guerra (2011), which bring to the classroom the knowledge about emotions, attention, memories, motivation, and study environment. With this pedagogical experience, it was possible for us to offer dynamic and creative classes about Restricted Relativity, awakening emotion and sharpening students' creativity.

Keywords: Early Childhood Education. Teaching practice. SWOT analysis. Strategic planning. Pandemic.

1 INTRODUÇÃO

A inserção da Física Moderna e Contemporânea na Educação Básica tem sido abordada há décadas no Ensino de Física, ressaltando sua importância para compreensão dos fenômenos ligados a situações cotidianas dos estudantes (PARMA *et. al.*, 2022; GOULART e LEONEL, 2022). No entanto, na maioria das escolas, a física é abordada de maneira descontextualizada, o que acaba prejudicando o processo de ensino e aprendizagem, e pode até despertar a aversão dos alunos com a disciplina.

Para Anjos *et.al.* (2015) o ensino de física, pautado principalmente na explicação e desenvolvimento de equações matemáticas, presentes também nos livros recomendados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), dificultam o processo de aprendizagem dos estudantes. Contudo, o fato de relacionar a matéria estudada com o cotidiano do sujeito-aprendiz pode contribuir para facilitar o entendimento da Física.

No que tange a legislação, vale salientar que a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei Federal nº 9.394/96) vigente no Brasil, estabelece a necessidade de inovação das práticas pedagógicas como um caminho para estimular a iniciativa dos discentes (BRASIL,1996). O que se faz presente também nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio na área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (IBIDEM,2002).

Diante deste contexto, apresentaremos o relato de uma experiência pedagógica que foi desenvolvido durante a construção da dissertação do mestrado profissional em ensino de física no polo 31 e como fruto deste trabalho foi apresentado também no Texto de Apoio ao Professor de Física. Este relato consta uma sequência de ensino desenvolvida à luz da neurociência educacional, tendo como produto educacional o Folheto de Cordel em formato de História em Quadrinhos (HQ) para o ensino da Relatividade Restrita, intitulado: “*Uma viagem arretada para uma tá de Relatividade*”.

Utilizamos como texto base para construção deste material o livro *Física Conceitual* do Hewitt (2015), e acrescentamos estrofes, rimas, gravuras, um enredo para apresentar os conceitos físicos, eventos, experiências e fenômenos científicos que contribuíram para construção da Teoria da Relatividade, essa que foi uma revolução para o século XX. As estrofes tradicionais dos folhetos de Cordel com seus versos rimados, correspondem nesta HQ, as falas e pensamentos dos personagens como mostra na Figura 1.

Figura 1. Produto Educacional Folheto de Cordel em formato de História em Quadrinhos (a) Capa e (b) exemplo de uma das páginas do folheto



Fonte: Januário, 2019.

A nossa proposta de abordar temas de natureza científica em versos de Folhetos de Cordel em formato de HQ, vem na perspectiva de contribuir com uma ferramenta pedagógica que explore aspectos da neurociência educacional, que trata da junção dos conhecimentos da psicologia, educação e neurociência, no intuito de buscar melhorar estratégias pedagógicas e sugerir ideias para intervenções que facilitem o processo de aprendizagem (MORA, 2017).

Nessa perspectiva, entendemos que aliar o estudo da Relatividade Restrita com os folhetos de cordel em formato de HQ, em atividades escolares, pode provocar prazer, emoção e trazer a atenção dos estudantes, uma vez que há a possibilidade de se estimular simultaneamente mais de um sistema sensorial: o visual, o tátil, e o auditivo, além da sonoridade da declamação dos versos que propomos em nossa sequência de ensino. A declamação das rimas contidas nos versos das estrofes do folheto de cordel, é mais um estímulo para provocar a atenção dos estudantes, e, agregado aos aspectos visuais das histórias em quadrinhos e a materialização dos personagens criados no enredo da história, pode funcionar como mais um estímulo para levar o estudante ao aprendizado (JANUÁRIO e NOBRE, 2019).

Assim, optamos como embasamento teórico e metodológico, alguns dos arcabouços dos elementos da neurociência educacional apresentados por Mora (2004;2017) e Cosenza; Guerra (2011). Esses autores dialogam entre neurociência e educação, apresentando aos educadores elementos como: a emoção, quebra da rotina de aula, atenção, a curiosidade, uso dos sentidos sensoriais e a neuroarquitetura que podem contribuir para melhores estratégias pedagógicas. Dessa forma, se faz necessária uma nova concepção educacional que proponha um ambiente enriquecidos no desabrochar da criatividade e da inteligência dos discentes para que possam sentir prazer ao estudar.

Brockington (2021), por sua vez, revela os limites e possibilidades do uso da neurociência em investigações voltadas para a aprendizagem de Física, mostrando possibilidades e dificuldades em sua aplicabilidade no ambiente escolar. Já a elaboração de uma estratégia pedagógica que desperte as vias sensoriais tem mais chance de a informação transmitida em

sala de aula ficar armazenada por um período maior na memória (COSENZA E GUERRA, 2011). Compreendemos, no entanto, que a neurociência por si só, não irá revolucionar ou mudar por completo a maneira de ensinar. Concordamos com Brockington (2021) quando diz que uma compreensão mais profunda acerca dos mecanismos de aprendizagem, a partir da combinação da neurociência com teorias da Psicologia e da Educação, pode contribuir para a melhoria do processo de aquisição e uso do conhecimento científico, ajudando a repensar a escola e seus processos educativos.

Destarte, realizamos uma intervenção pedagógica com a sequência de ensino à luz da neurociência educacional tendo como ferramenta o Folheto de Cordel em HQ, com o objetivo de validá-lo e investigarmos a receptividade dos discentes à proposta didática escolhida. Fizemos a intervenção em uma turma com vinte e um (21) alunos do nono ano do Ensino Fundamental, e o conteúdo trabalhado foi o de Relatividade Restrita, por sentirmos a necessidade e entendermos a importância de se inserir tópicos de física moderna na Educação Básica.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para a realização da intervenção pedagógica, seguimos o cognitivismo moderno na visão de Hebb (psicólogo canadense, behaviorista que estudava aspectos da teoria do condicionamento), interpretado por Lefraçois (2018), que assim como Tolman e os gestaltistas, expressava preocupação com questões como percepção, resolução de problemas e tomada de decisão. Na sequência, apresentaremos os elementos da neurociência educacional defendido por Mora (2004;2017); Cosenza e Guerra (2011) e os aspectos da literatura de cordel e da história em quadrinho, que componentes do nosso produto educacional.

2.1 TEORIA DE HEBB

O cérebro é considerado, frequentemente, a mais complexa máquina já conhecida, sendo o responsável pela forma como se processa as informações, armazena o conhecimento e seleciona o nosso comportamento. A teoria de Hebb prenuncia as tentativas atuais de compreender a aprendizagem e o comportamento do pensamento humano, olhando para o que acontece no cérebro, trata-se da primeira regra de aprendizado para redes neurais artificiais, que procura entender qual a função dos neurônios nos processos da memória e aprendizagem, entendendo os processos cognitivos em termos de conexões entre os neurônios. (LEFRANÇOIS, 2018).

A premissa de Hebb é que se dois neurônios se ativam simultaneamente, a força de conexão entre eles se torna maior, porém, se forem ativadas de forma assíncrona, a sinapse deve ser seletivamente enfraquecida ou eliminada, ou seja, está relacionado ao estímulo e a resposta nesse meio tempo, porque o comportamento contingente (resposta) reflete a situação (estímulo). Esse intervalo entre estímulo e resposta, designou-se de processos mentais superiores, que são vivenciados, como o “pensamento”. Tudo o que se conhece sobre os pensamentos ou sentimentos de uma pessoa é inferido do comportamento. “O conhecimento do comportamento é factual, já o conhecimento dos processos mentais é teórico ou inferencial” (LEFRANÇOIS, 2018, p.176).

A questão básica era saber quais mudanças ocorrem em neurônios ou na transmissão neural quando o organismo aprende. Embora ele não soubesse a resposta para essa pergunta, foi feita várias suposições básicas que sustentam a aprendizagem, tais como: 1) a transmissão repetida de impulsos entre dois neurônios facilita a permanente transmissão entre elas, fortalecendo o elo entre eles, o que promoveria a aprendizagem; 2) neurônios separados podem ser acionados em um padrão circular, de modo que o neurônio original é finalmente reativado por um neurônio no padrão, o que gera uma assembleia de células; 3) as assembleias de células simultaneamente ativadas, se tornam associadas e ativam-se mutuamente, gerando o que Hebb chamou de sequência de fases. Ressalta-se que as assembleias de células e as sequências de fases são construções mentais hipotéticas de Hebb, e na sua formulação, levaria a novos insights. Esse processo de repetição de um mesmo evento sensorial, desencadeia um mesmo padrão de disparo neural, e essa transmissão ocorre de maneira mais fácil, provocando a aprendizagem. “A atenção é essencial se a aprendizagem está prestes a ocorrer, a preparação tem a ver com a escolha das respostas apropriadas” (LEFRANÇOIS, 2018, p.188).

Deste modo, na sala de aula os professores controlam a maioria dos estímulos dos estudantes, percebemos isso por exemplo, quando o professor desenvolve um experimento, coloca uma música em sala, isto é, quando se leva uma novidade, quebrando a rotina da aula, intensifica e dar significado ao conteúdo, logo, é válido que o professor busque deixar um ambiente em que os alunos fiquem atentos e interessados e não aborrecidos e ansiosos em sala de aula. Lefrançois (2018) ainda destaca que a teoria de Hebb, altera a estrutura física do cérebro e modifica a organização funcional desse órgão; em outras palavras, a aprendizagem organiza e reorganiza o cérebro. O que Hebb disse há quase meio século atrás, hoje ganha destaque na área educacional, com a neurociência educacional.

2.2 NEUROCIÊNCIA EDUCACIONAL

O cérebro é o responsável pela forma de como se processa as informações, armazena o conhecimento e como o comportamento é selecionado. As funções intelectuais como a memória, linguagem, atenção, emoções, assim como ensinar e aprender, são produzidas pela atividade dos neurônios no nosso encéfalo (COSENZA e GUERRA, 2011). Na visão de Mora (2017), elementos da neurociência como: o humor, a emoção, a quebra de rotina da aula, o ambiente de estudo, o uso dos sentidos sensoriais, o medo, o sono, a memória, são alguns dos caminhos para melhorar estratégias pedagógicas que despertem a motivação para o aprendizado.

A emoção é o pilar essencial que se deve conhecer, pois as emoções formam a base que sustenta os processos de aprendizagem e memória. A escola, neste sentido, deve ser um espaço que motive e não somente que se ocupe em transmitir conteúdo. Para que isso ocorra, o professor precisa propor atividades que os alunos tenham condições de realizar e que despertem a sua curiosidade e os faça avançar. Nesse ínterim, Castro (2018) se manifesta quando se refere a alegria de ensinar, ressaltando que a motivação deriva do processamento cerebral que avalia informações dos meios interno e externo para exibir determinado comportamento. Quando o discente sente prazer na atividade proposta pelo educador, a aprendizagem e o processo cognitivo de construção do conhecimento são estimulados, pois a construção do conhecimento está relacionada a atenção e as sensações ou emoções em que o aluno está inserido, facilitando a aprendizagem (RIBAS e GUIMARÃES, 2004; MORA, 2004; COSENZA e GUERRA, 2011).

Para Mora (2004) dois pontos são importantes: O primeiro, se refere a dificuldade de manter a atenção durante os 50 minutos de aula, mais vale assistir 50 aulas de 10 minutos que 10 aulas de 50 minutos. Mas, como não temos como implementar nas escolas aulas de 10 minutos, o autor sugere fazer quebras rotineiras no ritmo da aula com uso de pequenos vídeos, uma animação, um debate, uma dinâmica... ou seja, um estímulo para retomar a atenção do estudante para a aula, o que caracteriza na visão do autor um emprego de estratégia para alcançar a atenção, um dos elementos da neurociência educacional. O segundo, se refere ao ambiente, também chamada de neuroarquitetura, os benefícios que advêm da própria arquitetura da escola e de seu ambiente, expressos nas formas, na ornamentação, no design das salas de aulas, as cores, desenhos, luz, som, temperatura, áreas verdes, dentre outros, têm uma influência poderosa na educação e no ensino.

2. 3 FOLHETOS DE CORDEL CIENTÍFICOS E AS HISTÓRIA EM QUADRINHOS – HQ

O Ensino de Física ao longo dos anos vem passando por diversas transformações na Educação Básica, visto que: “É necessário mostrar na escola as possibilidades oferecidas pela Física e pela Ciência em geral como formas de construção de realidades sobre o mundo que nos cerca” (PIETROCOLA *et al*, 2010, p.31).

Nobre (2017) apresenta um catálogo de folhetos científicos, onde defende o uso dos cordéis em sala de aula, pois, a característica das estrofes rimadas dos folhetos de cordel, contribui como ferramenta de grande potencial pedagógico, fazendo uma ressalva que a declamação das rimas contidas nas estrofes deva ser fortemente explorada, pois se configura como mais um estímulo para trazer a atenção, a emoção e memorização dos estudantes.

Para Lemaire (2008) e Nobre (2015;2017) a declamação em “voz alta”, deve estar presente em sequência de ensino que explore o folheto de cordel em sala de aula. A utilização da palavra e sua entonação na sala chama a atenção dos estudantes “El que enseña utiliza a palabra lo mejor que puede. Y a partir de la palabra, de cómo se utiliza e como se entona, se puede crear ese atractivo capaz de activar la atención del que escucha y aprende” (MORA, 2017, p. 72).

Trabalhos como: Guimarães (2016), que aplica uma intervenção pedagógica com um cordel “*Física Conceitual em folhetos de cordel*”; Guimarães e Nobre (2019) que falam dos 100 anos da Teoria da Relatividade através de cordel; Silva *et al* (2017;2018) que aplicam folhetos de cordel do poeta Ênio Guimarães em experiências pedagógicas para o ensino de termodinâmica; Feitosa,(2019) e Feitosa *et.al* (2020) que descrevem uma experiência pedagógica através de um folheto de cordel em formato de HQ, são exemplos de pesquisas que envolvem poesia, ciência e arte se completam no processo de estímulo à criatividade, quebra de rotina de aula, interpretação e produção do conhecimento, além do professor conseguir inserir o contexto científico dentro de uma temática mais conceitual e lúdica, o que pode construir um caminho alternativo para estimular o interesse do aluno pela Física.

Sobre o uso da história em quadrinhos como ferramenta didática no processo ensino-aprendizagem, as tirinhas (gênero textual, apresentado numa pequena história em quadrinhos), são materiais interessantes que podem atrair a atenção dos alunos, incentivando ao envolvimento nas atividades, facilitando assim, a reflexão e a compreensão de novos conceitos (PEREIRA; OLENKA e OLIVEIRA, 2016).

Portanto, o uso da HQ pode servir como uma forte aliada na facilitação e/ou enriquecimento da comunicação; para os alunos, uma vez que a sua linguagem, mistura de palavras e imagens, ilustrações, a arte gráfica, representam mensagens não verbais que muitas vezes as palavras não descrevem, assim estimula o pensamento criativo e ultrapassa a ideia de ser apenas um instrumento didático para transmitir informação (CARUSO e FREITAS, 2009; CARUSO; CARVALHO e SILVEIRA, 2002).

3 METODOLOGIA

Este trabalho é de caráter qualitativo e de pesquisa-ação, verificando as ações dos envolvidos nas atividades, analisando o potencial didático-pedagógico da ferramenta folheto de cordel científicos em formato de HQ utilizada em sala de aula e, avaliando a sequência de ensino desenvolvida para processo de intervenção pedagógica.

A pesquisa de natureza qualitativa valoriza as percepções humanas e procura entender fenômenos do dia a dia escolar em toda sua complexidade, incertezas e em seu contexto natural onde acontece, tendo como características o investigador como principal instrumento de pesquisa, porque estará imerso no ambiente natural do contexto escolar (BOGDAN e BIKLEN, 1994).

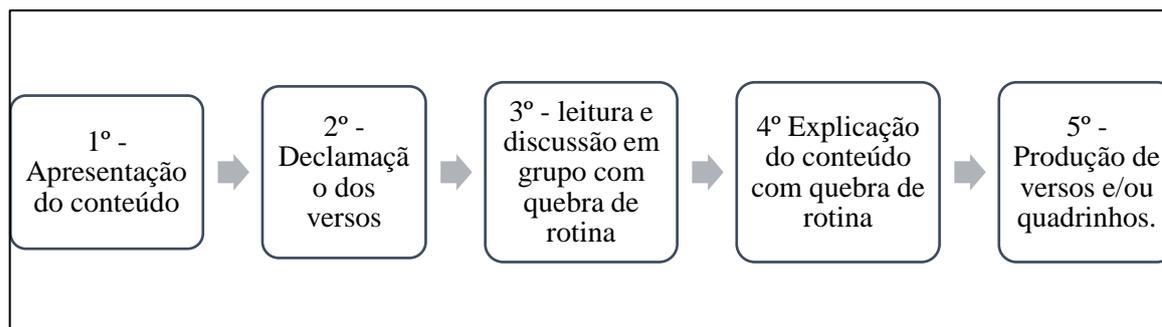
Já a Pesquisa-Ação, segundo, Richardson (2003) visa produzir mudanças (ação) e compreensão (pesquisa), e apresenta três possibilidades 1) se refere ao professor individual que trabalha em uma sala de aula para produzir determinadas mudanças ou melhorias no processo de ensino-aprendizagem; 2) é quando se faz a pesquisa por um grupo que trabalha solidariamente, assessorados ou não por um pesquisador externo e 3) um professor que trabalha com um pesquisador ou uma equipe de pesquisa com um relacionamento permanente. Nos inserimos na primeira das três possibilidades apontadas.

Essa intervenção ocorreu entre os meses de outubro e novembro de 2019, em uma escola de rede privada na cidade de Juazeiro do Norte. A referida instituição funciona com aulas no turno matutino e atende alunos da Educação Infantil ao Ensino Médio. Realizamos uma análise do número de alunos por turma e as respectivas distribuições de aulas semanais, com o conhecimento de tais fatores foi possível o melhor planejamento para executar a intervenção proposta. Assim, escolhemos a turma do nono ano do Ensino Fundamental II, composta por 21 alunos, na faixa etária entre 13 e 15 anos de idade. A seguir apresentaremos a sequência de ensino proposta para a intervenção pedagógica.

3.1 A SEQUÊNCIA DE ENSINO

Esta intervenção pedagógica destinada ao Ensino Fundamental, mas que pode ser aplicada ao Ensino Médio, sobre o conteúdo de Relatividade Restrita, indica-se que seja aplicada uma metodologia materializada em uma Sequência de Ensino (Quadro 1), que contemple elementos da neurociência educacional, tendo como ferramenta didática o folheto de cordel científicos em formato de HQ, “Uma viagem arretada para uma tá de Relatividade”.

Quadro 1: Etapas da Sequência de Ensino com elementos da neurociência educacional.



Fonte: Januário, 2019 (adaptada).

1ª Etapa: Apresentação de conteúdo

Nesta etapa se faz a apresentação do conteúdo programado para a aula do dia (encontro), para em seguida distribuir cópias das páginas do folheto de cordel em formato de HQ que apresente o conteúdo programado, ou pode-se distribuir logo para cada estudante ou grupos de estudantes, o exemplar completo do folheto. Neste momento, já se espera despertar alguns estímulos dos alunos, por meio dos estímulos da visão, tato e audição de forma lúdica e poética e dos versos, uma vez que, na visão de Cosenza e Guerra (2011); Mora (2017) a neurociência diz que se deve explorar as modalidades sensoriais no processo de ensino aprendizagem para facilitar a assimilação e fixação do conteúdo abordado.

2ª Etapa: Declamação dos Versos

Nesta etapa, chama-se um voluntário para declamar os versos contidos no folheto de Cordel em formato de HQ que abordam o conteúdo planejado para o encontro. É interessante que o estudante tenha uma voz forte e altiva, pois, a declamação é importante já que explora a emoção com a rima dos versos, podendo levar a uma maior memorização e atenção (aspectos importantes para o processo de aprendizagem), baseado no poder que tinham os poetas cantadores do nordeste do Brasil, para divulgação dos eventos que aconteciam no mundo, quando ainda não se tinha jornais impressos (NOBRE,2017). O objetivo desta etapa é estabelecer uma visão geral do assunto abordado e exercitar a interdisciplinaridade, com a leitura e o declamar, que é essencial na utilização dos folhetos de cordéis como ferramenta didática.

3ª Etapa: Leitura e discussão em grupo (quebra de rotina)

Nesta etapa, ocorre a divisão da turma em equipes de 3 a 4 estudantes, para que juntos, façam novamente a declamação das estrofes, discutam e interpretem o conteúdo apresentado no folheto de cordel. Para Mora (2017); Cosenza e Guerra (2011), o trabalho em grupo é eficiente e apresenta bons resultados no desempenho dos alunos, pois pode reduzir os níveis de ansiedade dos alunos.

É importante orientar os estudantes que façam anotações sobre qual conhecimento o folheto aborda, além de observações dos próprios discentes sobre o que estão entendendo e discordando do assunto abordado. O professor não interfere, mas fica atento e disponível para qualquer solicitação de ajuda dos grupos, para estimular as equipes caso não estejam executando as etapas propostas, de modo que o aluno possa construir sentido sobre o que estão vivenciando na sala de aula. Esta postura assumida pelo professor é defendida por Borges Neto (2013;2017) que corrobora com Freire (1987), quando defende que o estudante seja protagonista do seu aprendizado, evitando o chamado “ensino bancário”, ao mesmo tempo que o diálogo seja fundamental entre estudantes e entre estudantes e professores.

Esta será a etapa mais longa da sequência proposta, por isso, Mora (2017) propõe a quebra de rotina da aula, para evitar que o aluno desvie a atenção da atividade proposta. Logo, a cada dez ou quinze minutos o professor pode apresentar vídeos curtos, que apresente aspectos interessantes sobre a história de Einstein ou sobre o conteúdo que seja mais relevante para o encontro de acordo com as anotações das equipes e notas de aula do professor.

4ª Etapa: Explicação do conteúdo

Na quarta etapa, se faz uma discussão com toda a sala sobre o conteúdo científico do folheto, o professor é mais presente e propositivo. Sugere-se que o professor declame algumas estrofes expostas nos quadrinhos, e cada grupo exponha o que entendeu do conteúdo, estabelecendo então um debate entre as equipes; o professor trabalha com os “erros e acertos” e deve observar a atenção da turma, para então utilizar o recurso da quebra de rotina da aula, bem como deixar a explicação do conteúdo mais dinâmico.

5ª Etapa: Produção de versos e /ou quadrinhos

Cada equipe produz pelo menos uma estrofe de cordel e/ou tirinha sobre algum ponto do conteúdo que tenha chamado mais atenção. Esta atividade pode servir como uma forma avaliativa de indícios de aprendizagem dos conceitos básicos da Relatividade Restrita.

3.2 A INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA

O cronograma das atividades desenvolvidas durante a intervenção pedagógica está representado a seguir.

Quadro 2: Cronograma das atividades desenvolvidas na intervenção pedagógica.

Encontro	Nº. de aulas (1h/a -50 min)	Atividades	Conteúdo programado
1º	1	Apresentação do folheto em formato de HQ e aplicação do questionário.	-----

2º	2	Aplicação da sequência de ensino	o movimento é relativo, postulados da teoria especial da Relatividade, simultaneidade.
3º	2	Aplicação da sequência de ensino	espaço tempo e dilatação temporal, adição de velocidades.
4º	2	Aplicação da sequência de ensino	Contração do comprimento, momento relativístico, massa, energia, princípio da correspondência.
5º	2	Apresentação dos quadrinhos e versos desenvolvidos ao longo dos encontros; Avaliação da sequência didática	Todo o conteúdo acima

Fonte: Autores (2019).

No primeiro encontro, em uma aula de 50 minutos, explica-se a proposta da atividade e o conteúdo a ser trabalhado. Para sabermos qual o entendimento dos alunos do Ensino Fundamental sobre a neurociência e a Teoria da Relatividade e percebermos qual o nível de familiaridade dos alunos com folhetos de cordel e HQ, aplicamos o seguinte questionário: 01. *Você já ouviu falar sobre neurociência?* 02. *Você já teve contato com folheto de cordel?* 03. *Acredita que o folheto de cordel pode ser uma boa ferramenta no ensino de física?* 04. *Você já teve contato com alguma história em quadrinho?* 05. *Acredita que a física ensinada através de história em quadrinho pode ser uma boa ferramenta de aprendizagem?* Todas estas perguntas eram seguidas de () *sim* () *não*, e “*Faça comentários*”. Seguindo com o questionário: 06. *O que acha de estudar física através de uma sequência ensino que contemple elementos da neurociência, utilizando folheto de cordel científico e história em quadrinho?* 07. *O que você sabe sobre a Teoria da Relatividade de Einstein? Comente.*

Após a aplicação do questionário (este que o intuito era identificar os conhecimentos prévios (ou não) sobre os temas a serem tratados), apresenta-se o folheto de cordel em formato de HQ, “Uma viagem arretada para uma tá de Relatividade” (o Produto Educacional). Em seguida, fala-se das poetisas e ilustradora que construíram o material, sendo essa uma forma de valorizar e respeitar a tradição da arte dos poetas cordelista e dos gravuristas de HQ.

Como mostra o Quadro 2 nos três encontros seguintes se aplica a sequência de ensino com o conteúdo de Relatividade Restrita, e no quinto encontro, acontece as apresentações das produções dos estudantes (versos e/ou tirinhas). Fecha-se então, a experiência pedagógica, seguida de uma conversa com a turma como forma de avaliar a metodologia utilizada. Ressalta-se que em toda a intervenção pedagógica, é necessário considerar a neuroarquitetura, defendida por Mora (2004).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A descrição dos encontros da intervenção pedagógica, terá nossas observações sobre o comportamento e emoção apresentada pelos alunos no momento das atividades e considerações

acerca do uso da sequência de ensino que criamos, a qual considera elementos da neurociência educacional.

No primeiro encontro, aplicamos o questionário e apresentamos o folheto de cordel em formato de HQ, “Uma Viagem Arretada Para Uma Tá de Relatividade” seus autores, poetisas e ilustradora. Apresentamos também os personagens envolvidos e o enredo. A personagem Derlandia (Fig. 2a), é irmã gêmea da Juh, (Fig.2b), que juntas conversam muito sobre o Universo, e com ajuda de Samuel (Fig.2c) e Khennyya (Fig.2d) conseguem transportar Derlandia ao espaço sideral, acontecem muitas aventuras e a “Uma Viagem Arretada Para Uma Tá de Relatividade”. Explanando este cenário, os alunos se mostraram curiosos.

Figura 2: Personagens do Folheto “Uma viagem arretada pra uma tá de Relatividade, (a)personagem Derlandia, (b) personagem Juh, (c) personagem Samuel e (d) personagem Khennyya.



Fonte: Autores (2019)

Quanto ao questionário, alguns estudantes demonstraram dúvida e receio em respondê-lo, afirmando que não sabiam se estavam corretos. No entanto, após o esclarecimento de que o importante era que expusessem o que pensavam, todos responderam. Na primeira pergunta “Você já ouviu falar sobre neurociência?”, tivemos respostas do tipo: “Eu acho que estuda o cérebro”; “Me chama muita atenção, gosto muito do estudo cerebral, o córtex, tudo isso é do meu interesse”; “Estudo da mente.”; “Acho que é algo que estuda os neurônios, o cérebro.”; “A maior parte de minha família são doutor e algumas conversas com eles já ouvi fala essa palavra”. Observamos que os estudantes não têm familiaridade com tema da neurociência, o que é aceitável, pelo nível de formação dos mesmos e por não ser um assunto do seu interesse imediato. No entanto, já ouviram falar e alguns até fazem a ligação com o cérebro e mente, mostrando que é um tema atual.

Já para as perguntas: “Você já teve contato com folheto de cordel? Acredita que o folheto de cordel pode ser uma boa ferramenta no ensino de física?” obtivemos: “Sim. Em trabalhos escolares. Acho que é uma forma diferente de ensinar”; “Acredito que sim”; “Já. Minha antiga escola fornecia cordel na biblioteca.”; “Sim. Creio que podemos aplicar esses folhetos em diversas áreas, podendo ajudar de forma dinâmica.”; “Sim, mas não cheguei a ler.”; “Sim, porque fica na sua cabeça, e é difícil de esquecer.” As respostas alcançadas nos fizeram perceber que quase toda a turma já teve e/ou tem contato com folheto de cordel, e os que não tiveram, mostraram ter curiosidade em conhecê-lo. Notamos que os estudantes foram receptivos, o que foi importante para nossa intervenção pedagógica. Os folhetos de cordel já chegaram à escola, como comentaram alguns estudantes, mostrando que podemos utilizá-los para a divulgação científica, e para o processo ensino aprendizagem tornando as aulas menos cansativas e mais dinâmicas.

Analisando os aspectos de ligação dos estudantes com as histórias em quadrinhos, constatamos que são bem presentes na vida dos discentes sendo a “Turma da Mônica” mais lida por eles. Já quando se tratava da expectativa dos alunos em estudarem física através de uma

sequência de ensino que contemplasse elementos da neurociência, utilizando folheto de cordel científico em formato de HQ, surgiram dúvidas. Mas após esclarecermos o que é uma sequência de ensino e explicarmos em linhas gerais sobre o que é neurociência, os alunos marcaram que seria “*interessante*” ou “*ótima*”, a metodologia. Esse resultado nos deixou motivados para os próximos encontros, já que eles estavam dispostos a vivenciar algo diferente em sala de aula.

Por fim, na questão sobre o que já tinha ouvido falar sobre a Teoria da Relatividade de Einstein, as respostas expostas apresentaram uma relação bem superficial sobre o tema. Elas não se caracterizam como informações detalhadas e específicas do conteúdo, porém demonstraram que havia concepções prévias na estrutura cognitiva que poderiam servir de ponte cognitiva para construção de uma assimilação e retenção dos novos significados. Algumas respostas obtidas citavam apenas o nome do cientista Einstein e a expressão matemática $E = mc^2$, um destaque para esta resposta é que para muitos, a explicação de fenômeno é dada apenas pelo formalismo matemático.

No segundo encontro, aplicamos a sequência de ensino em duas aulas de 50 minutos cada. Na primeira etapa da sequência apresentamos os conteúdos que seriam trabalhados naquele encontro e distribuído a parte do folheto com este conteúdo. De imediato, os alunos começaram a folhear os versos, fazendo algumas leituras e comentários, “*gostei do jumento teimoso*” (animal que aparece na HQ) “*ficou massa!*”. Após essa euforia, a segunda etapa da sequência de ensino, declamar os versos, foi executada. Nesse momento, alguns alunos ficaram tímidos, então sugerimos que dois estudantes declamassem os versos, e assim ocorreu. Os estudantes declamaram os versos com boa entonação, o que gerou aplausos da turma, pois, o declamar vai além de uma leitura simples, consiste em despertar a emoção pela poesia, e atenção no conteúdo exposto.

Na etapa seguinte, a turma foi dividida em seis grupos nomeados por eles de Equipe 1: As superpoderosas; Equipe 2: Os radiativos; Equipe 3: Flamengo; Equipe 4: Anônimos; Equipe 5: Caveiras e Equipe 6: Os craques. Na terceira etapa, cada equipe fez novamente a leitura declamada dos versos e discutiram o conteúdo entre eles. A indagação de um estudante: “*por que o som não se propaga no vácuo e a luz sim?*”, foi respondida por um outro estudante da mesma equipe: “*porque a luz vai por radiação e o som por matéria*”. Ou seja, o aluno deixava claro que conseguia diferenciar o tipo de propagação de onda, com seu conhecimento prévio. No momento da quebra de rotina da aula, quando iríamos apresentar uma *gif* sobre “o movimento ser relativo”. A turma interrompeu exclamando: “*não tia, deixa a gente continuar a historinha!*”. Isto é, nosso produto educacional estaria sendo suficiente para prender a atenção dos alunos para a atividade proposta, e nos surpreendeu positivamente.

Na quarta etapa, explicamos o conteúdo de maneira mais aprofundada, e respondemos às dúvidas mais pertinentes das equipes. Aqui também não foi preciso fazer as quebras na rotina da aula. Interpretamos este fato como sendo resultado do poder que têm as rimas e as gravuras, além do enredo da história, para manter os estudantes em atenção, a qual é aspecto importante para o processo de aprendizagem (MORA, 2017). Por fim, a quinta etapa da sequência, foi o momento de cada equipe construir pelo menos um quadrinho e/ou estrofe de literatura de cordel sobre alguns dos tópicos trabalhado no dia. Neste momento, os alunos ficaram bem à vontade, usaram lápis coloridos e colocaram em prática a sua criatividade.

No terceiro encontro, aplicamos novamente a sequência de ensino e utilizamos o espaço da biblioteca, por ser um local mais amplo e arejado. Os alunos ficaram empolgados pelo fato de usar aquele espaço, durante uma aula. A neuroarquitetura, um dos elementos desta intervenção pedagógica, ressalta a importância do ambiente no processo de aprendizagem. Após distribuir a parte do folheto de cordel com o conteúdo programado, os alunos já não

apresentaram timidez para declamar os versos como no encontro passado, lembrando que a etapa do declamar é relevante, pois, “a alma do folheto é a sua declamação em voz alta, e não somente a leitura pura e simples” (NOBRE, 2017, p.132).

Durante a leitura em grupo, surgiram perguntas como “*tia, no espaço é como se lá passasse uma semana e aqui já tivesse passado um mês?*” Um aluno se antecipa e responde: “*se a viagem for na velocidade da luz ou perto dela*”, sendo contextualizada pela fala de um terceiro aluno, que comenta: “*é como em Flash¹, que ele consegue ir na velocidade da luz e até consegue atravessar uma parede*”. Importante perceber que essa última fala do estudante, nos mostra o quanto a física contemporânea se faz presente no cotidiano dos discentes, seja por meio de séries de TV, filmes ou internet, o que possibilita moldar ou ressignificar um conhecimento prévio.

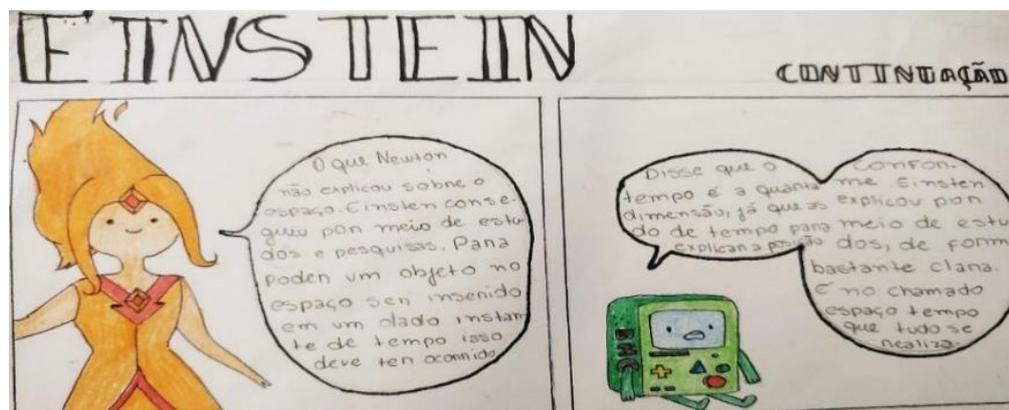
Neste encontro, também não houve quebra de rotina, os estudantes argumentavam apenas que “*queriam terminar a historinha*”, e assim, mais uma vez, os folhetos de cordel em formato de HQ foi suficiente para manter a atenção dos estudantes. Em seguida, fizemos a discussão sobre a dúvida mais presente entre os grupos “*de quantas dimensões podemos usar no planeta?*” e “*como é quarta dimensão?*”. Para efetivação da quinta etapa da sequência de ensino, fomos interrompidos por um imprevisto na escola e esta etapa foi desenvolvida em casa, entendemos que não houve prejuízo na aplicação da sequência de ensino, pois, no encontro seguinte, eles levaram os versos e gravuras feitas com o conteúdo estudado em sala.

No penúltimo encontro, os alunos ainda se mostraram com entusiasmo, pois, iriam saber o desfecho do enredo desenvolvido no folheto de cordel em formato de HQ e concluir o conteúdo planejado de Relatividade Restrita. A declamação dos versos ocorreu de modo inusitado: 2 alunas interpretaram a personagem, “Derlandia”, outras 2 interpretaram a “Juh”, e 1 aluno fez o papel de “Samuel”. Foi algo emocionante de se ouvir! Em seguida, na discussão com suas equipes, as indagações mais repetidas foram: “*energia então vem da massa?*”, “*qual a diferença dos relógios atômico e analógico?*” As etapas da sequência seguiram normalmente, sem quebra de rotina.

No quinto e último encontro, foi o momento das apresentações dos versos e das histórias em quadrinhos produzidas pelos discentes e isto aconteceu na sala de teatro do colégio. Este momento foi de grande valia para evidenciarmos o processo de construção do conhecimento deles, possibilitando o entendimento de como ocorreu a interiorização dos conceitos e fenômenos discutidos na intervenção que junto às observações, anotações e registro da professora, tais dados permitiram um melhor entendimento de como ocorreu a retenção e absorção do conteúdo. No início, os estudantes se mostraram tímidos, no entanto, quando a primeira equipe se apresentou, as outras ficaram mais confiantes. A equipe “Superpoderosa” iniciou relacionando o conteúdo de medidas do espaço-tempo proposto por Einstein com a física clássica.

¹ Flash é um nome usado pelo super-herói cujo poder é a super-velocidade. Disponível em <https://hqrock.com.br>

Figura 3: Produção da Equipe Superpoderosa



Fonte: Arquivo da autora (2019).

É pertinente salientarmos que a equipe, em certa medida, pôde perceber que a física e a ciência em geral, sofre modificações ao longo do tempo.

Já a Equipe “Os radioativos” tomaram como base inicial, as ondas eletromagnéticas para chegar até o conceito de fótons. Para isso, fizeram versos, como o trecho exposto a seguir:

“Nesta história iremos apresentar
 Um assunto interessante da física que tem muito a acrescentar.
 As cores que você ver,
 Poderemos explicar o porquê.
 Falaremos sobre luz visível e não visível
 De uma forma que seja possível seu entendimento,
 Aumentar seu nível de conhecimento,
 E usando eletromagnetismo como embasamento.
 Desejamos a vocês uma boa leitura
 E que essa tirinha proporcione um choque de cultura,
 Misturando a física teórica
 Com um pouco de aventura”.

Fonte: Arquivos da autora (2019)

Essa equipe se interessou tanto pelo assunto, que foi além do conteúdo previsto no folheto de cordel em formato de HQ, “*Uma viagem arretada para um tá de Relatividade*”, buscando também informações sobre Relatividade Geral, ressaltando aspectos mais históricos. Vejamos a fala de uma das integrantes da equipe: “...*minha equipe optou por fazer histórias independentes de quadrinhos. Eu comecei com... Fizemos três histórias diferentes, com assuntos que tinham sido citados nos quadrinhos, só que não tinham sido aprofundados, aí aprofundamos na nossa história*”. Interpretamos que a maneira como o conteúdo estava sendo apresentado, serviu como motivação para estudar assuntos afins.

A equipe Anônimos trabalhou conceitos da relação massa e energia, através de desenhos de personagens conhecidas como ‘Bob Esponja e Narutos’. Percebemos que a equipe se prendeu mais a fórmula $E=mc^2$, que a qualquer conceito. A equipe “Os Craques” elaborou três tirinhas: 1) abordando conceitos de espaço-tempo; 2) a diferença no horário de relógios digitais e atômicos, e 3) a expressão de Lorentz, como apresentado na Figura 4.

Figura 4: Produção da Equipe os craques



Fonte: Arquivos da autora (2019)

Entendemos os estudantes foram protagonistas na construção do conhecimento e esta a intervenção pedagógica conseguiu despertar evidências de emoção e motivação para realização das atividades propostas. As emoções são fenômenos que assinalam a presença de algo significativo em um dado momento da vida, por isso, tem uma grande importância no desenvolvimento, na aprendizagem e nas relações sociais (MORA,2017; COSENZA e GUERRA,2011).

Para constatar isso, após as apresentações, fizemos uma avaliação da intervenção pedagógica através de uma entrevista coletiva. No entanto, alguns estudantes preferiram expressar sua opinião através da escrita. Algumas dessas falas e escritas, estão transcritas a seguir:

“...foi muito legal porque você tá sempre habituado a viver sentado numa cadeira só escutando e praticando e você de repente poder ter a chance de desenhar, e colocar fala nos personagens, de rimar, tantas coisas tanto de relatividade, Leis de Newton...é muito bom, você sai da rotina, você se sente bem, porque você coloca em prática um dom seu, expõe sua vontade e eu achei isso muito interessante.... foi uma experiência muito boa.” (aluno A) “Eu particularmente acho bem mais simples e bem mais didático aprender pelo modo de quadrinhos porque já é uma coisa corriqueira do cotidiano, e é bem mais prático a pessoa aprender com uma coisa que o cara já tem costume de ler, (ler) quadrinhos de super-herói....” (aluno B). “Nós adoramos a ideia desenvolvida nesse trabalho, pois foi uma maneira de aprendermos com mais dinâmica e mais diversão; saindo um pouco da rotina de provas e trabalhos escritos...Eu, particularmente, adorei a parte de fazer a poesia, é algo que gosto bastante de fazer e achei que se encaixaria perfeitamente no contexto do trabalho. Por fim, agradeço a todos os envolvidos nessa proposta mais que adequada, a meu ver, no nosso aprendizado sobre física. Grata!” (aluno C). “Usar cordel e quadrinhos para ensinar física é algo bem inovador, é uma forma diferente de passar e entender o conteúdo de forma que vai ser até mais fácil lembrar ... E fazer nossos próprios quadrinhos onde nós tivemos que ler e entender o assunto para aplicar na história, ajudou também e foi uma atividade dinâmica” (aluno D). (Autores, 2019).

Interpretamos por estas respostas que eles consideraram a experiência inovadora, permitindo-os estudar o conteúdo de uma forma dinâmica, fazendo uso da criatividade através da poesia e desenhos. É importante destacarmos que a aprendizagem para o estudante não depende somente do docente ou da escola. É fundamental colocar o estudante como responsável pelo ato de aprender, e potencializar suas habilidades e competências como destaca a Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018). Entendemos que o prazer de se descobrir capaz

de aprender, serve de motivação para a aprendizagem. Para isso, é necessário um bom planejamento de como, e em que momento podemos estimular tais emoções, promovendo assim um ambiente favorável para desencadear emoção ao aprender.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os caminhos metodológicos utilizados nos permitiram enxergar uma possibilidade de utilizar elementos da neurociência educacional como suporte teórico e que proporcionasse aos estudantes aulas prazerosas, dinâmicas e que despertassem a curiosidade, motivação, emoção e atenção. Já os folhetos de cordel em formato de história em quadrinhos, com seus, versos, rimas, enredo e imagens contribuíram fortemente para obtermos esse resultado, no nosso entendimento, como mais um estímulo ao sistema cognitivo.

Contudo, é relevante destacarmos que algumas dificuldades podem surgir durante a aplicação da proposta: Alguns alunos podem achar que o tempo oferecido seja curto para as etapas proposta na sequência de ensino; pelo fato de o produto educacional ter versos, gravuras, um enredo, os alunos podem querer chegar logo ao desfecho da história, e isso pode embarçar o objetivo na motivação do encontro. Pode-se também enfrentar o problema das escolas não terem espaços além da sala de aula para serem explorados, dessa forma, o quesito da neuroarquitetura poderá não ser alcançado. É necessário atendermos as peculiaridades da turma e da escola, dos professores, para assim, transformarmos a sala em um ambiente favorável para o aprendizado, desenvolvendo recursos didático e metodologias de ensino inovadoras, que coloque a neurociência a favor dos processos educacionais de aprendizagem e que valorize o fazer científico, desencadeando a emoção e a criatividade (BROCKINGTON,2021).

Por fim, esperamos que as ideias expostas, conceda ao leitor alternativas metodológicas que contribuam a nas suas práxis pedagógicas, conquistando os estudantes para as aulas de física, promovendo a aprendizagem e uma experiência enriquecedora, assim como foi para nós.

AGRADECIMENTO

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES e a Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FUNCAP, pelo apoio financeiro. À Sociedade Brasileira de Física – SBF e ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF (PROFISICA), por possibilitar o desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- ANJOS, A. J. S.; SAHELICES, C. C.; MOREIRA, M. A. As equações matemáticas no ensino de Física: Uma análise de conteúdos em livros didáticos de Física. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. vol. 14, nº 3, p. 312-325, 2015.
- BORGES NETO, H. **Sequência FEDATHI - Uma proposta pedagógica para o ensino de ciências e matemática**. Fortaleza: Edições UFC, 2013.
- BORGES NETO, H. **Sequência FEDATHI: Além das ciências duras**. Curitiba: CRV, 2017.
- BRASIL. **Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC; SEMTEC, 2002.
- BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, LDB. 9394/1996**. BRASIL.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular. Brasília**: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: < <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/> > acesso dez.2021.
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em Educação: fundamentos, métodos e técnicas**. Portugal: Porto Editora, 1994.
- BROCKINGTON, G. Neurociência e Ensino de Física: limites e possibilidades em um campo inexplorado. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 43, n. 1, 2021.
- CARUSO, F.; FREITAS, N. Física moderna no ensino médio: o espaço-tempo de Einstein em tirinhas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 26, n. 2, p. 355-366, 2009.
- CARUSO, F.; CARVALHO, M.; SILVEIRA, M. C. Uma proposta de ensino e divulgação de ciências através dos quadrinhos. **Ciência & Sociedade**, 2002. Disponível em <http://cbpfindex.cbpf.br/publication_pdfs/cs00802.2006_12_08_10_29_32.pdf>. Acesso em:
- COSENZA R, GUERRA, L. B.; **Neurociência e Educação: Como o cérebro aprende**. Porto Alegre: Artmed, 2011.
- FEITOSA, S.S., **Tópicos de Física Quântica em versos de cordel e arte dos quadrinhos, ensinados à luz de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa**. Dissertação em Ensino de Física MNPEF, Universidade Regional do Cariri -URCA, Juazeiro do Norte, 207f, 2019.
- FEITOSA, S.S., NOBRE, F.A.S., *et al.* Uma sequência didática utilizando a literatura de cordel e a arte das histórias em quadrinhos para inserção de tópicos de Física Quântica no Ensino Médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.37 n. 2, p. 662-694, 2020.
- FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 17 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.
- GOULART, G.S.; LEONEL, A. A. Revisão da literatura sobre o ensino de física moderna e contemporânea no ensino médio: potencialidades a partir da aprendizagem significativa / literature review on modern and contemporary physics education in high school: potentialities from significant learning. **Revista Dynamis**, S.l, v. 26, n. 1, p. 192-215, abr. 2020. Disponível em: <<https://bu.furb.br/ojs/index.php/dynamis/article/view/8565>>. Acesso em: 31 maio. 2022.
- GUIMARÃES, E. J. G. **Os Folhetos de Cordel como ferramenta no processo de ensino-aprendizagem de Física – Estudando Calor**. Dissertação do MNPEF, Universidade Estadual do Ceara – UECE, Quixadá. 120f, 2016.
- GUIMARÃES, E. J. G.; NOBRE, F.A.S. Teoria especial da relatividade: 100 anos após, como ensiná-la significativamente usando o cordel. **Revista conexões - ciência e tecnologia**. v. 13, p.37, 2019.
- HEWITT, P. G. **Física Conceitual**. 12a. ed. Porto Alegre: McGraw-Hill – Bookman, 2015.

JANUÁRIO, M. D. A. **Estudando a Relatividade Restrita com folhetos de Cordel Científicos em formato de História em Quadrinhos através de uma sequência de ensino à luz da neurociência educacional.** Dissertação do MNPEF, Universidade Regional do Cariri – URCA, Juazeiro do Norte, 150 f, 2020.

JANUÁRIO, M. D. A. NOBRE, F.A.S. Estudando a Relatividade Restrita com folhetos de Cordel Científicos em formato de História em Quadrinhos através de uma sequência de ensino à luz da neurociência educacional **Textos de Apoio ao Professor de Física** v.30, n. 1, p.1-90, 2019.

LEFRANÇOIS, G. R. **Teorias da Aprendizagem.** São Paulo, Cengage, 2018 edição

LEMAIRE, Ria. **Para o povo ver e ouvir / Pour que les gens voient et entendent: La présence de la voix dans les folhetos de la littérature de cordel brésilienne.** PRIS-MA XXIII / 1 ET II, p. 122-174, 2008.

MORA, F., **Neuroeducación, solo se puede aprender aquello que se ama.** Madri, Allanza Editorial, 2017.

MORA, F. **Continuum: como funciona o cérebro,** Trad.Porto Alegre, Artmed, 2004.

NOBRE, F. A. S. **Folhetos de cordel científicos:** Um catálogo e uma sequência de ensino. São Leopoldo: Trajetos Editorial, v.1. p.168, 2017.

NOBRE, F. A. S. **Os folhetos de cordel como ferramenta didática para o ensino das ciências.** In: Tradição, Movência e Ressignificação - UFRGS, Porto Alegre, 2015.

PARMA, M.; BELLUCCO, A.; CALEGARI, M. H. Do conhecimento sobre o átomo ao conhecimento sobre o universo: uma sequência de ensino sobre espectroscopia e modelos / from knowledge about the atom to knowledge of the universe: contributions of a metanarrative for learning about sciences. **Revista Dynamis**, [S.l.], v. 26, n. 2, p. 153-176, out. 2020. Disponível em: <<https://proxy.furb.br/ojs/index.php/dynamis/article/view/8843>>. Acesso em: 31 maio 2022.

PEREIRA, M. L. A. A.; OLENKA, O.; OLIVEIRA, P. E. D. F. Física em ação através de tirinhas e histórias em quadrinhos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 3, p. 896-926, dez. 2016.

PIETROCOLA, M., POGIBIN, A., ANDRADE, R. de, ROMERO, T. R. **Coleção Física em contextos:** pessoal, social e histórico, v. 3. 1. ed. São Paulo: FTD, 2010.

RIBAS, L.C.C.; GUIMARÃES, L.B. Cantando o mundo vivo: aprendendo biologia no pop-rock brasileiro. **Ciência e Ensino**, Campinas, n.12, dez. 2004.

RICHARDSON, J.R. **Como fazer pesquisa ação?** Disponível em <https://ieeab.weebly.com/uploads/4/3/8/3/43832727/richardson_como_fazer_pesquisa_acao.pdf> Acesso em 19 de jan. 2020.

SILVA, R. M. da; RAFAEL, R. F.; NOBRE, F. A. S.; ARAÚJO, K. M. G. de. Estudando Transferência De Calor Utilizando Folhetos De Cordel Científicos. **Revista do Professor de Física**, v. 1, n. 1, p. 1–10, 2018. DOI: 10.26512/rpf.v1i1.7080. Disponível em: <<https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/7080>> Acesso em 25 de maio de 2020.

SILVA, R. M. da; *et al.* Estudando transferência de calor utilizando folhetos de cordel científicos. **Experiencias em Ensino de Ciências**. V.13, n.1, p.15-31, 2018.