

Alexandre Leite dos Santos Silva
Boniek Venceslau da Cruz Silva
Haroldo Reis Alves de Macedo
Fábio Soares da Paz
Organização

Ensino de Física: experiências, pesquisas e múltiplas perspectivas



Alexandre Leite dos Santos Silva
Boniek Venceslau da Cruz Silva
Haroldo Reis Alves de Macedo
Fábio Soares da Paz
Organização

Ensino de Física:

experiências, pesquisas e
múltiplas perspectivas



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ

Reitor

Gildásio Guedes Fernandes

Vice-Reitor

Viriato Campelo

Superintendente de Comunicação Social

Samantha Viana Castelo Branco Rocha Carvalho

Diretor da EDUFPI

Cleber de Deus Pereira da Silva

EDUFPI - Conselho Editorial

Cleber de Deus Pereira da Silva (presidente)

Cleber Ranieri Ribas de Almeida

Gustavo Fortes Said

Nelson Juliano Cardoso Matos

Nelson Nery Costa

Viriato Campelo

Wilson Seraine da Silva Filho

Projeto Gráfico. Capa. Diagramação

Jéssica Almondes S. Saraiva

Revisão

Alexandre Leite dos Santos Silva



FICHA CATALOGRÁFICA

**Serviço de Processamento Técnico da Universidade Federal do Piauí
Biblioteca José Albano de Macêdo**

E59 Ensino de física : experiências, pesquisas e múltiplas perspectivas / organizadores Alexandre Leite dos Santos Silva ... [et al.]. – Teresina : Edufpi, [2023].
252 p. contém il. : color.

Outros autores : Boniek Venceslau da Cruz Silva, Haroldo Reis Alves de Macedo e Fábio Soares da Paz.

ISBN: 978-65-5904-240-1

1. Física - ensino. 2. Concepções de física. 3. Metodologia do ensino - física. I. Silva, Alexandre leite dos Santos. II. Título.

CDD 530.7

Emanuele Alves Araújo - CRB 3/1290



Editora da Universidade Federal do Piauí – EDUFPI
Campus Universitário Ministro Petrônio Portella
CEP: 64049-550 - Bairro Ininga - Teresina - PI – Brasil



SUMÁRIO

PREFÁCIO	7
<i>Boniek Venceslau da Cruz Silva</i>	
CAPÍTULO 1	13
ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E FORMAÇÃO DE PROFESSORES: ALICERCES PARA O ENSINO DE FÍSICA	
<i>Amanda Conrado Lima</i>	
CAPÍTULO 2	28
FICÇÃO CIENTÍFICA E O ENSINO DE FÍSICA: POSSIBILIDADES NO COMBATE AO NEGACIONISMO CIENTÍFICO	
<i>Luana do Amparo Pinheiro de Sousa Micaías Andrade Rodrigues</i>	
CAPÍTULO 3	48
A APLICAÇÃO DE ARDUÍNO COMO INSTRUMENTO DE ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO	
<i>Larissa da Rocha Machado Micaías Andrade Rodrigues</i>	
CAPÍTULO 4	67
SIMULAÇÕES DIGITAIS COM O USO DO PhET PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DAS LEIS DE NEWTON NO ENSINO REMOTO	
<i>Osielson de Sousa dos Santos Fátima Letícia da Silva Gomes</i>	
CAPÍTULO 5	89
A FÍSICA POR TRÁS DOS ESPORTES E A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL	
<i>Ítalo Marcos de Lima Clemilton da Silva Oliveira Muriele da Silva Sousa</i>	

CAPÍTULO 6	102
PROPOSTA DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM AULAS SOBRE ASTRONOMIA MEDIADAS POR SIMULAÇÕES CRIADAS NO CELESTIA E NO STELLARIUM	
<i>Genilson de Oliveira Souza</i>	
<i>Marcos Antonio Tavares Lira</i>	
CAPÍTULO 7	125
FÍSICA E COTIDIANO: O TRÂNSITO URBANO E O ENSINO DAS LEIS DE NEWTON NO PRIMEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO	
<i>Regivania da Silva Gonçalves</i>	
<i>Haroldo Reis Alves de Macêdo</i>	
CAPÍTULO 8	145
CARACTERÍSTICAS DE CONTEÚDOS DE FÍSICA DAS RADIAÇÕES EM TRÊS PÁGINAS INSTITUCIONAIS NO FACEBOOK	
<i>Leandro Silva Moro</i>	
CAPÍTULO 9	167
O ENSINO DE FÍSICA NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO DO CAMPO: REFLEXÕES SOBRE A PERCEPÇÃO DISCENTE	
<i>Marcos Vinícius Andrade</i>	
<i>Fábio Soares da Paz</i>	
CAPÍTULO 10	188
ENSINO DE FÍSICA NA PERSPECTIVA HISTÓRICO-CRÍTICA: O CASO DE UM CURSO DE NIVELAMENTO	
<i>Alexandre Leite dos Santos Silva</i>	
CAPÍTULO 11	205
ESCLARECIMENTO (AUFKLARUNG), FORMAÇÃO CULTURAL (BILDUNG) E EXPERIÊNCIA (ERFAHRUNG) NO ENSINO DE FÍSICA	
<i>Fernando Alves de Andrade</i>	
CAPÍTULO 12	226
O ENSINO DE FÍSICA A PARTIR DA ESTÉTICA E DA VALORIZAÇÃO DA LINGUAGEM	
<i>Fernando Alves de Andrade</i>	

PREFÁCIO

Fazer um prefácio de um livro é tanto um misto de responsabilidade com o leitor, para quem vai ler a obra e precisa de uma convicção prévia do que lhe espera e, principalmente, o que as leituras lhe darão de suporte para novas aprendizagens (ou até mesmo desaprendizagens), ressignificações de conceitos e descobertas no campo do saber que o livro trata. A segunda responsabilidade, não menos importante, são com os autores do livro, nossos parceiros e colaboradores, os quais podem ganhar vida com um bom prefácio de uma obra ou serem negligenciados por leitores mais exigentes desde a leitura introdutória dele.

Explicado o nosso desafio, começaremos pelo ponto de partida de qualquer prefácio, ou seja, dar luz ao título da obra, que se chama “Ensino de Física: experiências, pesquisas e múltiplas perspectivas”.

Hoje, depois de tantos ataques à Ciência, ao cientista e a educação por completo, vivemos um país que o negacionismo científico assumiu diferentes roupagens, sejam elas com o terraplanismo, aquecimento global, visão distorcida de uma pesquisa científica, combate a vacinação, dentre outras.

Sendo assim, urge, no sentido de urgência e emergência (desculpe-me a repetição do termo), obras que discutam o papel do ensino de Física como cultura construída por uma sociedade e não somente um produto de anseios e vaidades de cientistas. Neste livro, acreditamos que o leitor poderá encontrar discussões que levem a Física para além de um conhecimento estruturado ou modelo de explicar fenômenos da natureza, mas sim uma Ciência que desemboca na sociedade pelas inúmeras salas de aula de um Brasil tão multifacetado como o nosso.

Dessa forma, a obra é estruturada em 12 (doze) capítulos que trazem reflexões importantes para um público vasto, desde o Físico

profissional, passando pelo Físico educador e, por fim, chegando aos futuros físicos, principalmente os que se ocuparam com o campo do ensino de Física em múltiplas perspectivas.

Isso posto, no capítulo 1, Amanda Conrado Lima, no capítulo “Alfabetização científica e formação de professores: alicerces para o ensino de Física, defende que para o desenvolvimento e propagação de uma educação científica é necessário que o educador desenvolva constantemente a capacidade de autorreflexão sobre a sua prática docente, tal qual domine diversas abordagens metodológicas. Para tanto, ela traz a discussão de Alfabetização Científica para o campo da formação de professores.

No capítulo 2, Luana do Amparo Pinheiro de Sousa e Micaías Andrade Rodrigues, com o trabalho “Ficção científica e o ensino de Física: possibilidades no combate ao negacionismo científico”, trazem uma importante discussão sobre os conceitos de negacionismo científicos, pós-verdade e pós-modernismo. Um questionamento relevante é trazido pelos autores, a saber: por que não se usar o gênero literário da ficção científica para o combate dos diversos tipos de negacionismo científicos que vivemos, atualmente?

No capítulo 3, Larissa da Rocha Machado e Micaías Andrade Rodrigues, com o texto “A aplicação de arduíno como instrumento de ensino de Física no ensino médio”, eles explicam que a ferramenta do arduíno tem grande aplicação, pois é possível processar dados de qualquer fenômeno físico que seja detectável por sensores de movimento, de luz, som, atuadores, motor de passo, LED, possibilitando a elaboração de múltiplas estratégias didáticas.

No capítulo 4, Osielson de Sousa dos Santos e Fátima Leticia da Silva Gomes, no texto “Simulações digitais com o uso do PHET para o ensino e aprendizagem das leis de Newton no ensino remoto”, trazem a problemática do ensino remoto na pandemia e buscam responder: como o uso de simuladores computacionais no ensino de Física, o PHET, podem contribuir de maneira significativa no processo de ensino e aprendizagem no ensino remoto?

No capítulo 5, Ítalo Marcos de Lima, Clemliton da Silva Oliveira e Muriele da Silva Sousa, em “A Física por trás dos esportes e a aprendizagem significativa de Ausubel”, os autores trazem uma importante discussão sobre a aprendizagem significativa de Ausubel e apresentam indícios que a utilização da aprendizagem significativa de Ausubel, por meio da interdisciplinaridade entre a Física e o esporte se faz necessária e pode ser mais um caminho para o ensino de Física.

No capítulo 6, Genilson de Oliveira Souza e Marcos Antonio Tavares Lira, no artigo “Proposta de uma sequência didática com aulas sobre astronomia mediadas por simulações criadas no Celestia e no Stellarium” propõem uma sequência didática (SD) com aulas interativas sobre temas da Astronomia, mediadas por simuladores computacionais de fenômenos astronômicos, alinhadas com a teoria de aprendizagem significativa de David Ausubel.

No capítulo 7, Regivania da Silva Gonçalves e Haroldo Reis Alves de Macêdo, no trabalho “Física e cotidiano: o trânsito urbano e o ensino das leis de Newton no primeiro ano do ensino médio”, discutem que a forma como se tem trabalhado a disciplina de Física, vem ao longo dos anos trazendo uma ideia de que a mesma é um conjunto de fórmulas, leis e regras para serem decoradas, dificultando assim sua aplicabilidade. Os estudantes limitam-se apenas em decorar e conseqüentemente não utilizam os conceitos Físicos em seu cotidiano. Com o uso de uma sequência didática, os autores apresentam distintas formas de contextualizar a Física usando o trânsito urbano como eixo condutor.

No capítulo 8, Leandro Silva Moro, no texto “Características de conteúdos de Física das radiações em três páginas institucionais no Facebook”, aborda que o uso tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) são determinantes para o desenvolvimento de propostas educativas, dando como exemplo um estudo em algumas páginas do Facebook como instrumento didático.

No capítulo 9, Marcos Vinicius Andrade e Fabio Soares da Paz,

no texto “O ensino de Física no contexto da educação do campo: reflexões sobre a percepção discente”, os autores caracterizam o Curso de Licenciatura em Educação do Campo/Ciências da Natureza (LEDOC/CN) do Campus Senador Helvídio Nunes de Barros (CSHNB), da Cidade de Picos, Piauí, buscando algumas respostas para as perguntas, a saber: Qual o nível de dificuldade os estudantes tiveram na disciplina de Física no ensino básico? Qual a percepção desses estudantes sobre a metodologia utilizada no ensino de Física e quais considerações sobre o método utilizado? Como ocorreu a utilização de metodologias ativas no ensino básico? Quais metodologias ativas utilizadas no ensino da Física no contexto da LEDOC? Qual metodologia apresenta maior potencial de ensino da Física?

No capítulo 10, Alexandre Leite dos Santos Silva, no texto “Ensino de Física na perspectiva histórico-crítica: o caso de um curso de nivelamento”, nas primeiras linhas do seu texto nos traz uma reflexão importante, a saber: apresentar reflexões balizadas na pedagogia histórico-crítica provenientes da experiência em um curso de nivelamento de física vinculado a um projeto de ensino da Universidade Federal do Piauí. Estas reflexões resultaram do seguinte problema de pesquisa: como é possível materializar a pedagogia histórico-crítica na prática de ensino de Física? Este problema é importante na medida em que continua no cenário acadêmico o debate sobre a necessidade de superar o ensino tradicional de Física e de buscar um ensino crítico e próximo da realidade dos estudantes, podendo ser um caminho para a retirada das pedras que existem e perduram em ser retiradas do caminho das aulas e do ensino de Física há décadas.

Os dois últimos capítulos da obra competem a escrita à Fernando Alves de Andrade e são frutos de reflexões do seu trabalho desenvolvido no mestrado profissional em ensino de Física, na Universidade Federal do Piauí (UFPI). Em “Esclarecimento (Aufklärung), formação cultural (Bildung) e experiência (Erfahrung) no ensino de Física, o autor busca provocar algumas reflexões acerca da relação entre os fundamentos

epistemológicos relacionados à feitura da Física como ciência e da Física como atividade escolar, apontando para uma necessidade de compreender a relação do ser com o saber a partir do desejo de reconstituição de uma experiência em um mundo contemporâneo marcado pela fragmentação e pela superficialidade das relações do ser humano com a realidade, com o cotidiano e com o próprio ser humano.

Já no capítulo que encerra a obra “O ensino de Física a partir da estética e da valorização da linguagem”, o autor busca aprofundar as discussões iniciadas no capítulo Esclarecimento (Aufklärung), Formação Cultural (Bildung) Experiência (Erfahrung) no Ensino de Física, apresentando uma possibilidade de problematização da prática do Ensino de Física tendo a linguagem falada e escrita como elemento central da atividade pedagógica capaz de valorizar os elementos estéticos do conhecimento físico como patrocinadores da mediação entre o ser e saber no sentido da reconstituição da Experiência (Erfahrung).

À guisa de uma conclusão para este prefácio, esperamos que os leitores possam compreender a Física como um produto social e o seu ensino como múltiplas facetas metodológicas, as quais, embora possam possuir diferentes caminhos metodológicos e conceituais buscam o mesmo propósito um ensino de Física que encante e se deixa encantar e no processo de encantamento possamos mostrar a linguagem que existe por trás da Física e que remete à cultura de um povo, sejam eles latinos, europeus, mulatos, brancos, homens e mulheres, velhos ou novos.

Prof. Boniek Venceslau da Cruz Silva
Teresina, 11 de Abril de 2023

► Capítulo 1

ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E FORMAÇÃO DE PROFESSORES: ALICERCES PARA O ENSINO DE FÍSICA

Amanda Conrado Lima

INTRODUÇÃO

O ensino de ciências vem passando por modificações curriculares e metodológicas em busca da promoção de uma educação mais significativa e atrativa. No entanto, há uma notória constatação de que a física ensinada nas escolas ainda é predominantemente do século passado, o professor se limita como mero transmissor e a aprendizagem é estipulada pela quantidade de informações que os alunos são capazes de registrar.

“Urge a necessidade de formar cidadãos para o mundo atual, para trabalharem, viverem e intervirem na sociedade, de maneira crítica e responsável, em decisões que estarão atreladas a seu futuro, da sociedade e do planeta.” (SASSERON, 2018, p.1-2).

A percepção do ensino conteudista, insuficiente em abordagens que desenvolvam a capacidade crítica do aluno, pode ser comprovada discutindo-se sobre os métodos de avaliação predominantemente utilizados na educação básica, e até mesmo no ensino superior. Questões objetivas e subjetivas são propostas em métodos avaliativos sem levar em conta as múltiplas habilidades que

podem ser desenvolvidas e identificadas nos estudantes.

A mudança curricular só pode ser considerada consolidada quando reflete na mudança do papel da avaliação, pois é preciso compreender que não basta um currículo bem estruturado se não houver uma eficiente formação docente para executá-lo. Posto isso, como formar professores de física capazes de instruir alunos a desenvolver o pensamento crítico sobre ciências, compreender e aplicar conceitos de física?

Ainda que esse questionamento apresente uma grande complexidade diante dos inúmeros fatores que permeiam o processo de ensino aprendizagem, apresenta-se neste trabalho reflexões essenciais para o desenvolvimento dos saberes docentes voltados para o componente curricular de física, bem como também para o ensino de ciências da natureza.

Nós, os professores podemos desenvolver a atividade profissional sem nos colocar o sentido profundo das experiências que propomos e podemos nos deixar levar pela inércia ou pela tradição. Ou podemos tentar compreender a influência que estas experiências têm e intervir para que sejam o mais benéficas possível para o desenvolvimento e o amadurecimento dos meninos e meninas. (ZABALA, 1995, p. 36).

Assim, defende-se neste trabalho que, para o desenvolvimento e propagação de uma educação científica, é necessário que o educador desenvolva constantemente a capacidade de autorreflexão sobre a sua prática docente, tal qual domine diversas abordagens metodológicas.

Esse trabalho apresenta os seguintes objetivos: elucidar de forma objetiva o contexto em que o ensino de física foi desenvolvido no Brasil; refletir sobre a importância da autorreflexão para o desenvolvimento dos saberes do docente; abordar acerca de aspectos bibliográficos que compreendem a alfabetização científica e a sua

importância para a formação de alunos com pensamento crítico desenvolvido.

Para tanto, a presente pesquisa desenvolve-se através de uma abordagem qualitativa, apresentando-se sob uma metodologia bibliográfica e documental, concebendo-se uma análise sobre o trabalho docente e a formação de professores de ciências, propiciando concepções de estratégias de ensino para o desenvolvimento da alfabetização científica em aulas de física.

ENSINO DE FÍSICA: REFLEXÕES SOBRE A PRÁTICA DOCENTE

A educação acompanha os acontecimentos e feitos históricos da humanidade, assim o ensino de física sofreu grande impacto advindo do processo de industrialização e a necessidade do desenvolvimento das tecnologias. Eventos históricos, como a Corrida Espacial, alavancaram o ensino de ciências (SASSERON, 2018), uma vez que o conhecimento tecnológico, principalmente aplicado em armamentos, ganhou status de poder para uma nação como aborda Fino (2001, p.2):

[...] tendo a União Soviética ganho a liderança simbólica nessa disputa quando, em 1957, lançou o primeiro Sputnik, deixando atônitos os políticos norte-americanos, que não perderam tempo em responsabilizar a desadequação dos seus currículos escolares em matemática e ciência por essa ultrapassagem, exigindo reformas imediatas.

Essa mudança curricular que ocorreu nos Estados Unidos refletiu diretamente na educação em nosso país. “Nos anos 1950 e 1960 foram introduzidos no Brasil os projetos estadunidenses para o ensino de ciências da chamada era *Sputinik*.” (TEIXEIRA, 2013, p. 282). Avançando na linha do tempo, com os impactos ocasionados ao meio ambiente e a necessidade de uma evolução contínua, a ciência é vinculada à demanda crescente de uma intervenção social, a sustentabilidade.

No percurso da história em especial no século XXI, a sociedade tem apresentado uma maior preocupação com o desenvolvimento, resultante do impacto ambiental provocado pelo desenvolvimento econômico e tecnológico. Contudo, na sociedade contemporânea há uma preocupação em especial com o desenvolvimento sustentável e o comportamento consciente. Desta forma, o contexto atual, exibe de um lado, esforços em prol da consecução de um desenvolvimento pela humanidade e, de outro, a consumo sustentável e a responsabilidade ambiental. (VIEIRA; SANTOS, 2019 p. 183).

A educação deve formar para o trabalho e a vida em sociedade, e aprender ciências não é apenas uma mudança conceitual, mas também uma mudança atitudinal. Quando o processo de ensino aprendizagem é satisfatório na área das ciências, forma-se agentes conscientes sobre os impactos de suas ações ao meio ambiente. Diante disso, há um currículo fundamentado para atingir essa demanda. Todavia, “não basta estruturar cuidadosa e fundamentadamente um currículo se o professor não receber um preparo adequado para aplicá-lo” (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 1995, p. 10).

Evidencia-se a necessidade de profissionais da educação capazes de reconhecer suas insuficiências e a importância de buscar métodos para saná-las. “Trata-se, então, de orientar o trabalho de formação dos professores como uma pesquisa dirigida, contribuindo assim, de forma funcional e efetiva, para a transformação de suas concepções”. (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 1995, p. 15).

Para Tschannen-Moran e Woolfolk Hoy (2001, p. 783), a autoavaliação e a autoeficácia pode ser compreendida como “um julgamento que o professor faz acerca de suas próprias capacidades para atingir resultados desejados de engajamento e aprendizagem dos alunos, mesmo entre aqueles alunos difíceis ou desmotivados”.

“Os indivíduos com maior percepção de autoeficácia acreditam

em suas capacidades para lidar com demandas específicas e, conseqüentemente, agem de acordo com as exigências da situação a ser enfrentada” (BANDURA, 1986 *apud* ENGLER; AMBONI; BÚRIGO, 2019, p. 7).

Assim, vale ressaltar que a indissociação entre o professor e o pesquisador é essencial, pois o fazer docente reflexivo exige uma autoavaliação e uma investigação sobre os diversos aspectos que permeiam o processo de ensino aprendizagem. Entretanto, nenhum professor é capaz de deter todos os conhecimentos e desenvolver todas as possibilidades metodológicas. O trabalho coletivo é indispensável.

Trata-se, então, de orientar o trabalho de formação dos professores como uma pesquisa dirigida, contribuindo assim, de forma funcional e efetiva, para a transformação de suas concepções iniciais. De fato, insistimos, os grupos de professores realizam contribuições de grande riqueza quando abordam coletivamente a questão do que se deve “saber” e “saber fazer” por parte dos professores de Ciências para ministrar uma docência de qualidade. (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 1995, p. 15)

Gil-Pérez (1991 *apud* CARVALHO; GIL-PÉREZ, 1995), durante duas décadas, realizou uma pesquisa e obteve resultados atemporais. Com um grupo de docentes, esse estudo foi realizado com a finalidade de investigar quais elementos são necessários para exercer a profissão de professor na área de ciências com qualidade.

De acordo com essa investigação, evidenciou-se as seguintes demandas: conhecer a matéria a ser ensinada; conhecer e questionar o pensamento docente espontâneo; adquirir conhecimentos teóricos sobre a aprendizagem de Ciências; crítica fundamentada no ensino habitual; saber preparar atividades; saber dirigir a atividades dos alunos; saber avaliar; utilizar a pesquisa e a inovação. A partir desses elementos, far-se-á uma breve discussão sobre os pontos que se julga um maior aprofundamento.

Conhecer a matéria a ser ensinada vai além de dominar os aspectos específicos que circundam o componente curricular. Implica ao docente apropriar-se dos problemas que deram origem ao conhecimento – uma vez que todo conhecimento é a resposta de algum questionamento feito pelo homem em algum momento da história. Compreender a relação e a importância da ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, bem como deter o conhecimento de outros componentes curriculares assumindo a continuidade do conhecimento científico de ciências em faces da física, química e biologia, reforçando assim a importância da interdisciplinaridade.

Ao conhecer e questionar o pensamento docente espontâneo, ou seja, questionar ideias do senso comum incidimos na formação ambiental. De forma despreziosa ou não, o professor pode reproduzir a formação adquirida sobre o papel do professor enquanto exerceu o papel de aluno, isso até mesmo durante a sua educação básica.

Ainda de acordo com Carvalho e Gil-Pérez (1995), a superação das ideias do senso comum podem ser atingidas, por exemplo, questionando a visão normalizada do fracasso escolar em ciências e a ideia de que ensinar é fácil, bastando apenas deter o conhecimento específico. Assim, questionar a normalização do baixo rendimento da maioria dos alunos em física é refletir sobre o zelo pela aprendizagem. Enquanto professores da educação básica, ensinamos para todos e não apenas para uma minoria restrita da sociedade que já possui determinada inclinação para a física e base regular em matemática.

Cabe também a discussão da concepção velada de muitos licenciandos em física que não valorizam adquirir conhecimentos teóricos sobre a aprendizagem nas disciplinas pedagógicas, desprezando a educação enquanto formação para a vida e se desalinhado as atuais propostas de políticas educacionais.

Saber analisar criticamente o ensino tradicional distingue o professor reflexivo do professor acrítico. Esse apenas expõe sua aversão pelo tradicional, porém muitas vezes desenvolve essa metodologia com frequência em sala de forma não intencional,

enquanto aquele é capaz de apontar de maneira consciente as insuficiências da metodologia tradicional, mas também reconhecer o processo de aprendizagem na qual ela se faz necessária como, por exemplo, o ensino de operações matemáticas.

Saber dirigir o trabalho dos alunos e saber avaliar são atividades fundamentais no saber pedagógico, nas quais espera-se a orientação para o trabalho científico, ou seja, estimular os alunos através de problemas para que os mesmos desenvolvam hipóteses, estratégias, testem suas hipóteses, manipulem o conhecimento e discutam os resultados – desenvolvendo assim a alfabetização científica.

Dessarte, a formação docente do professor de física deve ser fundamentada nos aspectos pedagógicos, além dos conhecimentos específicos, buscando acompanhar os avanços científicos, tecnológicos e metodológicos para a promoção de uma educação que desenvolva alunos para a tomada de decisões mais conscientes.

A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E O ENSINO DE FÍSICA

“É perceptível, na sociedade atual, a influência do conhecimento científico nas mais diversas áreas. Diante deste panorama, em que a todo momento temos que nos posicionar ante as questões científicas, o ensino de Ciências não pode estar alheio a elas.” (CERQUEIRA; NASCIMENTO, 2020, p. 4).

Alfabetizar cientificamente é formar alunos com uma racionalidade crítica desenvolvida, capazes de organizar o pensamento, tomar decisões com responsabilidade, reconhecer e desenvolver um conhecimento com base nos processos científicos.

Pois não basta mais que os alunos saibam apenas certos conteúdos escolares; é preciso formá-los para que sejam capazes de conhecer esses conteúdos, reconhecê-los em seu cotidiano, construir novos conhecimentos a partir de sua vivência e utilizá-los em situações com as quais possam se defrontar ao longo de sua vida. (SASSERON, 2018, p. 5).

Moreira (2021, p.7) também reforça a necessidade de “dar mais atenção a uma ciência para a cidadania, à compreensão da base social e instrucional da credibilidade científica, ao desenvolvimento de curiosidades e práticas científicas para toda a vida.”

A alfabetização científica pode ser identificada através do desenvolvimento de três eixos estruturantes, são estes: Eixo 1 – compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais; Eixo 2 – compreensão da natureza das Ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática; Eixo 3 – entendimento das relações existentes entre Ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente. (SASSERON; CARVALHO, 2008).

O Eixo 1 sugere a concepção de conhecimentos científicos básicos para a compreensão de situações do cotidiano como, por exemplo, compreender porque os corpos caem a uma mesma aceleração sobre a superfície da Terra. O Eixo 2 reconhece a capacidade de transformação da ciência enquanto fator de transformação social, adquirindo a sapiência dos fatores políticos e éticos que são influenciados pelos avanços da ciência e aplicabilidade nas tecnologias.

Ainda no segundo eixo, é pertinente enfatizar o conhecimento relacionado à capacidade de analisar dados. Nesse quesito, incorporamos a capacidade de avaliar e construir gráficos reconhecendo as variáveis e seus impactos diante das situações-problema como, por exemplo, compreender que um gráfico que apresente a variação do espaço em função do tempo de um corpo em queda livre, que não sofre efeitos de forças de resistência, será uma parábola com concavidade para cima.

Assim, tão importante quanto saber quais são estes conceitos é compreender de que modo eles se estruturam tal como propostos. E a proximidade entre a Matemática e a Física, tradicionalmente trabalhada apenas pelo viés da operacionalização de exercícios didáticos, manifesta-se como uma possibilidade real durante a construção destes conceitos

pelos estudantes: a leitura de tabelas e gráficos para posterior compreensão de fórmulas. (SASSERON, 2010, p. 12).

O Eixo 3 está relacionado ao desenvolvimento da capacidade de reconhecer a estreita e essencial relação entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente. Nesse eixo, há uma ênfase na construção de um futuro sustentável, logo almeja-se desenvolver a tomada de decisões de forma mais consciente e responsável em relação ao meio ambiente.

No processo de desenvolvimento da alfabetização científica, Sasseron e Carvalho (2018, p. 20) propõem indicadores – elementos identificáveis para verificar a ocorrência do desenvolvimento da alfabetização científica. Esses indicadores são apresentados no Quadro 1 com o desdobramento das respectivas habilidades que devem ser notadas no processo de ensino aprendizagem para que se evidencie o indicador.

Quadro 1 – Identificação do desenvolvimento da alfabetização científica

INDICADORES PROPOSTOS	HABILIDADE ESPERADA
Seriação de Informações	Selecionar dados e informações
A Organização de Informações	Abordar sobre como a atividade proposta foi realizada
A Classificação de Informações	Organizar informações de forma hierárquica
O Levantamento de Hipóteses	Formular suposições acerca dos problemas
Teste de Hipóteses	Manipular dos dados para investigar a viabilidade das suposições
A Justificativa	Elaborar argumentos coerentes para justificar hipóteses
Previsão	Afirmar acontecimento e/ou fenômeno intervindo em associação a certos eventos
Explicação	Confrontar informações e hipóteses levantadas
Raciocínio Lógico	Construir saberes com estrutura coerente
Raciocínio Proporcional	Precisar o modo como o conhecimento foi estruturado correlacionando-o a elementos matemáticos

Fonte: Elaborado pela autora com base em SASSERON 2018

A prática investigativa é notória para o encadeamento da alfabetização científica. Logo, o processo educativo deve propiciar oportunidades, através de espaços físicos apropriados como, por exemplo, laboratório didático, mas principalmente através de discussões produtivas — o aluno deve ser estimulado a participar e sentir-se confortável para argumentar.

Nessa perspectiva, partimos do pressuposto de que o ensino por investigação, por ocasionar uma mudança de atitude do aluno com a ciência, se constitui em uma metodologia de ensino que o ajuda a evoluir em seus sistemas explicativos pautados pelas concepções alternativas, pois uma metodologia investigativa pode propiciar ao aluno segurança no envolvimento com práticas científicas, de modo que o leve a resolver uma situação problema de forma não superficial. Nesses termos, o aluno não somente “faz ciência”, mas também aprende “sobre ciências”. O aluno não somente aprende conceitos pela argumentação e pelo exercício da razão, mas aprende a discutir e a emitir juízo de valor aos conteúdos estudados. Em decorrência disso, ele passa a compreender os fenômenos do mundo natural, de maneira que se torna capaz de fazer uma leitura de mundo mais consciente, isto é, se alfabetiza cientificamente. (BRITO; FIREMAN, 2016, p. 129).

Ressalta-se a importância de um cuidado especial durante o desenvolvimento dos indicadores de hipóteses e teste, o professor não deve interferir significativamente na construção do conhecimento para que os estudantes possam ter sua capacidade cognitiva estimulada por métodos próprios de investigação. Para uma melhor compreensão sobre o processo de desenvolvimento da alfabetização científica, apresenta-se um mapa conceitual (Figura 1).

Figura 1 – Mapa mental sobre a alfabetização científica



Fonte: Elaborado pela autora com base em Sasseron (2018).

No Ensino de Física, sugere-se que, para a promoção da alfabetização científica, seja através da construção de um conhecimento que não apenas tenha relação com o mundo exterior, mas também seja bem fundamentada em uma dimensão histórica e cultural.

Um fator determinante no encaminhamento de um jovem para o encantamento com o conhecimento, para o estabelecimento de um diálogo inteligente com o mundo, para a problematização consciente de temas e saberes, é a vivência de um ambiente escolar e cultural rico e estimulador, que possibilite o desabrochar da curiosidade epistemológica. (ZANETIC, 2005, p. 21).

A física, por ser um componente curricular que compete a ciências da natureza, muitas vezes é trabalhada de forma demasiadamente específica – sem considerar os aspectos históricos que levaram à construção da física, os cientistas responsáveis por essa construção e as necessidades sociais que foram sanadas graças à evolução desse conhecimento.

Levar em conta os aspectos sociais que foram modificados graças a evolução da física é provar para os alunos o quanto a ciência é significativamente importante e fator de modificação comportamental de uma sociedade. Dessa forma, o educador ressignifica o valor do Ensino de Física para os estudantes. A partir dessa discussão, apresenta-se a Figura 2 com a exposição de um mapa conceitual sobre a alfabetização científica no Ensino de Física.

Figura 2 – Mapa conceitual sobre a alfabetização científica no ensino de física



Fonte: A autora com base em Sasseron (2018).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir desse estudo elucidou-se a relação entre os interesses políticos e sociais com a educação, evidenciando o contexto em que a ciência ganhou destaque na escolarização e a atual demanda de formar alunos investigativos e voltados para um desenvolvimento sustentável.

Em um momento educacional onde o aluno é protagonista — orientado para se tornar crítico e capaz de aplicar conhecimentos — o professor também deve ganhar notoriedade, uma vez que a qualificação e preparo docente impactam diretamente na eficácia da formação dos estudantes. Na educação há desafios e demandas urgentes, pois trata-se de uma das maiores engrenagens da nossa sociedade, que flutua entre o equilíbrio e o caos de um país que apresenta um grande histórico de desvalorização do trabalho docente.

Posto isso, formar alunos capazes de desenvolver o pensamento crítico sobre ciências, compreender e aplicar conceitos de física é uma tarefa que exige flexibilidade, criatividade, recursos e sobretudo conhecimento. Vale ressaltar que, apesar de muitas vezes as novidades são recebidas pelos professores como um trabalho excedente dentre as diversas outras tarefas que já fazem parte do ofício, resgata-se o brilho e a importância do fazer docente. Em uma sociedade formada por alunos críticos, investigativos e independentes, a educação tem muito mais reconhecimento e oportunidade de se sobressair acima da ignorância e corrupção humana.

REFERÊNCIAS

BRITO, L. O. de; FIREMAN, E. C. Ensino de Ciências Por Investigação: Uma Estratégia Pedagógica para Promoção da Alfabetização Científica nos Primeiros Anos do Ensino Fundamental. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 18, n. 1, p. 123 – 146, Jan – Abr 2016.

CARVALHO, A. M. P. de; GIL-PÉREZ, D. **Formação de Professores de Ciências**. 2. ed. São Paulo: Cortez Editora, 1995. v. 26. 120 p. ISBN 85-249-0516-7.

CERQUEIRA, A. L. P. de; NASCIMENTO, A. L. B. Saberes e Sabores: Alfabetização Científica por meio das Contribuições da Pesquisa ao Ensino da Segurança ambiental. In: **Congresso Nacional de Educação**. Maceió: [s.n.], 2020. p. 4 – 4. ISSN 2358-8829.

FINO, C. N. Um novo paradigma (para a escola): precisa-se. **Jornal do Grupo de Estudos Clássicos da Universidade da Madeira**, 2001.

LEGLER, F. R.; AMBONI, N.; BÚRIGO, R. G. Escalas de Autoavaliação de Competências Docentes em Artigos Internacionais. In: **XIX COLÓQUIO INTERNACIONAL DE GESTÃO UNIVERSITÁRIA**. Santa Catarina: [s.n.], 2019. ISBN 978- 85-68618-07-3.

SASSERON, L. H. Alfabetização Científica e Documentos Oficiais Brasileiros: um diálogo na estruturação do ensino de Física. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, 2018. p. 1-23.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica e documentos oficiais

brasileiros: um diálogo na estruturação do ensino da Física. In: CARVALHO, A. et al. (Ed.). **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, 2010. cap. 1, p. 1 – 27.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 13, n.3, p. 333 – 352, 2008.

TSCHANNEN-MORAN, M.; WOOLFOLK HOY, A. Teacher efficacy: capturing an elusive construct. **Teaching and Teacher Education**, v. 17, p. 783-805, 2001.

VIEIRA, E. T.; SANTOS, M. E. de Godoi dos. Educação e Desenvolvimento: Transformação e Ascendência de Uma Sociedade. **Revista Humanidades e Inovação**, v. 6, n. 18, p. 177 – 190, 2019.

MOREIRA, M. A. Ensino de Ciências: Críticas e Desafios. **Experiências em Ensino de Ciências**. v.16, No.2. 2021

TEIXEIRA, F. M. Uma análise das implicações sociais do ensino de ciências no Brasil dos anos 1950-1960. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 12, n. 2, p. 269 – 286, 2013.

ZABALA, A. **A prática educativa**: como ensinar [recurso eletrônico] Nalú Farenzena. – Porto Alegre: Penso, 2014.

ZANETIC, J. FÍSICA E CULTURA: Física/Artigos. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 57, n. 3, p. 21 – 24, julho/setembro 2005. ISSN 2317-6660. Disponível em: http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S000967252005000300014&script=sci_arttext&tlng=en. Acesso em: 18 de Janeiro de 2023.

► **Capítulo 2**

FICÇÃO CIENTÍFICA E O ENSINO DE FÍSICA: POSSIBILIDADES NO COMBATE AO NEGACIONISMO CIENTÍFICO

*Luana do Amparo Pinheiro de Sousa
Micaías Andrade Rodrigues*

NEGACIONISMO CIENTÍFICO: SURGIMENTO, PÓS-VERDADE E PÓS-MODERNISMO

O negacionismo científico pode ser entendido como o fenômeno onde as crenças pessoais dos indivíduos são mais importantes do que os fatos. Isto é, suas emoções e opiniões pessoais têm mais relevância do que o conhecimento estruturado e disseminado por instituições de pesquisa e especialistas, sempre favorecendo perspectivas subjetivas e relativistas dos fatos. A descrença em relação à Ciência sempre existiu, mas o negacionismo como estratégia articulada teve sua origem na metade do século XX, quando surgiram indícios que o ato de fumar estaria ligado ao câncer. Em contrapartida, grupos industriais do tabaco passaram a financiar cientistas que afirmassem não haver um consenso sobre o tema na comunidade científica, para disseminar a ideia de que toda e qualquer discussão sobre o tema devesse sempre apresentar os ‘dois lados da moeda’ para o público leigo. Portanto, descobriu-se que para manter os lucros, bastava somente semear a dúvida (ARAUJO, 2021).

Desde então, tal estratégia tem sido largamente adotada por

grupos empresariais, industriais e políticos para promover discursos negacionistas. Pois,

toda vez que a ciência descobre uma verdade que desagrade determinado grupo (país, empresa, religião, etc.), esse grupo mobiliza esforços para desacreditar a ciência e inclusive, se fortalece com a confluência de outros movimentos negacionistas (ARAÚJO, 2021, p. 4).

A maioria dos autores que se propuseram a investigar a causa do negacionismo apontam para sua raiz no crescimento do fenômeno da pós-verdade, que por sua vez, baseia-se no movimento pós-modernista, onde há uma rejeição a ideia de verdades absolutas e de uma realidade objetiva, na qual ‘o objeto’ (seja algo escrito, construído ou comportamental) é sempre “detentor de premissas políticas, sociais, históricas e culturais em suas fundações (PIVARO; GIROTTO, 2020, p. 1085).

Porém, esse alargamento do relativismo acabou por destituir a ciência de sua posição de detentora do discurso sobre a verdade, pois essas reflexões “ao evidenciarem aspectos importantes como a não neutralidade envolvida na prática científica, acabaram servindo como fundamento para a legitimação do fenômeno da pós-verdade” (SOUZA; MARTINS, 2020, p. 1151). Apesar dessa concepção favorecer diferentes pontos de vista, de alguma forma, uma versão simplificada e distorcida desse movimento saiu das universidades e foi sendo apropriada por diversos segmentos políticos e ideológicos da sociedade. Foi como se o questionamento de uma ‘verdade objetiva’ tivesse desgastado a noção de verdade e, conseqüentemente, ocasionado uma desconfiança em relação à Ciência como forma válida de conhecimento sobre o mundo. Sendo assim, a pós-verdade seria um tipo de reação negativa ao pós-modernismo (DUNKER, 2017).

Segundo Seixas (2018), o discurso da pós-verdade não se trata necessariamente de uma mentira. Mais do que isso, ele leva

em conta o interesse de cada sujeito em determinada opinião ou crença, consideradas verdadeiras dentro de seu próprio “conjunto de pressupostos ideológicos de existência no mundo e de leitura da realidade” (p. 128). Em outras palavras, o que ocorre é a “superação da verdade dos fatos pelo estabelecimento da convicção como critério de validade para um argumento” (p. 133), assumindo assim, os próprios valores a ela subjacentes como base dos posicionamentos e opiniões. Tal característica denota a dimensão afetiva e valorativa que o negacionismo se firma, onde a interpretação da própria realidade fica sujeita a ela.

Um dos traços discursivos da pós-verdade, classificados por Dunker (2017), que é importante para entender seu papel na modernidade e na disseminação do negacionismo científico, é que o discurso possui uma lógica interna de funcionamento. Isto é, o discurso é estruturado cognitivamente de uma forma semelhante para todos que ali se identificam, padronizando os discursos e as ações. Esse aspecto cognitivo se evidencia principalmente, através do viés de confirmação, que seleciona somente aquelas informações que confirmem as crenças pessoais dos indivíduos. Tais traços são ainda mais favorecidos com o fenômeno das redes sociais e suas mecânicas de funcionamento e interação entre usuários.

Além disso, é preciso enfatizar também, que as posturas negacionistas sempre envolvem: atitudes conspiracionistas; uma relação bipolar com a ciência, ora acreditando, ora desacreditando-a; a seletividade no uso de dados e informações para ‘atestar’ a validade de certos conceitos; o vínculo com questões de natureza e/ou crenças pessoais; e uma crítica à escola e ao ensino de Ciências (MARTINS, 2020).

Todos esses aspectos denotam uma incompreensão dos processos de construção do conhecimento científico, e um certo ‘ressentimento’ causado por este estado de irritação da dúvida, gerando um sentimento de exclusão nos indivíduos, que passam a buscar narrativas mais simples que valorizem seu papel individual

em todo esse processo. Portanto, é necessário buscar práticas pedagógicas que busquem negociar o conhecimento científico com diferentes formas de atribuir sentido ao mundo, como a literatura e a arte, para que os sujeitos se sintam participantes do processo de construção desse conhecimento, mais do que a pura assimilação de seus produtos (VILELA; SELLES, 2020), e então, combater o negacionismo científico no mesmo campo no qual ganha força. Neste ponto, entra a literatura de ficção científica, que trataremos a seguir.

O GÊNERO DE FICÇÃO CIENTÍFICA

Apesar de ser facilmente reconhecida através de seus elementos mais comuns – naves espaciais, viagens no tempo, alienígenas, dentre outros, a ficção científica (FC) não é um gênero fácil de ser definido. A Ciência é a fonte de inspiração principal das histórias. Entretanto não há, na maioria das obras, racionalizações científicas convincentes, ou “reais”, por assim dizer.

Piassi e Pietrocola (2009), embasados em diversos autores, afirmam que a FC vai além da ficção, antecipando fatos ou possibilidades, apoiada em tendências reais da nossa realidade. A estabelecem como um gênero “que emprega uma racionalidade do tipo científica para produzir conjecturas sobre a realidade” (p. 528), através de um processo de extrapolação a partir do real. Sua narrativa é orientada para explorar os “efeitos humanos decorrentes do estabelecimento de um *novum*, que é disparador de conjecturas”. O termo “*novum*” (novidade, inovação), proposto por Suvin (1984 apud PIASSI; PIETROCOLA, 2009), pode representar aparatos técnicos, seres de outro mundo, e até relações completamente novas e desconhecidas no ambiente do autor. Portanto, a FC se caracteriza, segundo os autores, pelo domínio narrativo do *novum*, que é sempre validado mediante uma lógica de fundo científico dentro do discurso da obra.

Entretanto, um dos principais elementos de uma obra de FC, consiste no “*sense of wonder*”, termo proposto por Causo (2003), que seria um tipo de choque ou perplexidade diante de um fato

extraordinário que entra em conflito com o “real”, causando uma tensão entre aquilo que é estabelecido na experiência imediata e algo novo que desafia tal experiência. Esse estranhamento não deve ser entendido como um simples “espanto”, mas sim algo que provoca o estranhamento, e “além disso, obriga a pensar naquele estranho como uma conjectura plausível e lógica, aplicável ao mundo fora da ficção” (PIASSI, 2007, p.102).

Tal efeito é potencializado quando o “contrafactual” (aquilo que se contrapõe aos fatos) é produzido a partir de um fato conhecido cientificamente, no qual é contraposto a partir da apropriação de elementos do discurso científico (terminologias, conceitos). A presença desses elementos contrafactuais é o que dá a FC sua conjecturabilidade potencial característica. E é exatamente esta capacidade heurística da narrativa que possibilita um enriquecimento do poder de discussão dos alunos quando aplicada em sala de aula, para traçarmos um possível escudo contra o negacionismo científico.

FICÇÃO CIENTÍFICA, ENSINO DE FÍSICA E O NEGACIONISMO CIENTÍFICO

A abordagem mais comum presente em diversos trabalhos sobre o uso da FC no ensino de física, consiste em seu potencial motivacional e como auxílio para a aprendizagem de conceitos, ao estilo “identifique a ciência falsa”. Porém, como Piassi (2007) afirma, tais abordagens são superficiais, e não justificam o uso da FC no ensino, já que existem diversas metodologias que utilizam a motivação para trabalhar conceitos científicos. Segundo o autor, o que a torna um gênero privilegiado no ensino de Ciências, é que pode ser entendida como um produto cultural que se origina na influência que a Ciência exerce no âmbito da sociedade e no discurso social sobre ela, onde a precisão científica da obra está sujeita a uma lógica interna do discurso literário e a intencionalidade do autor.

Em contrapartida, Piassi (2007) sugere substituir a dicotomia erro/acerto e a distorção da ciência real pelos instrumentos

teóricos: caracterização dos elementos contrafactuais das obras e a identificação dos polos temáticos, que consistem em posições ideológicas sobre a ciência que estão presentes no contexto no qual o autor e a obra estão inseridos. Porém, é em termos da experiência que pode produzir no leitor que a FC realmente se destaca, como veremos a seguir.

George Snyders afirma que o papel da escola é proporcionar uma “satisfação cultural”, através da transição entre as chamadas cultura primeira e cultura elaborada; a primeira, seriam formas de cultura que são adquiridas fora da escola, pois “nascem da experiência direta da vida, nós a absorvemos sem perceber; vamos em direção a elas seguindo a inclinação da curiosidade e dos desejos” (SNYDERS, 1988, p.23, apud PIASSI, 2007).

Tais elementos da cultura primeira estão presentes espontaneamente no ambiente dos estudantes, vindo de diversas fontes. São esses elementos, segundo Snyders, que proporcionam as “alegrias simples”, que vão desde brincar na água a descobrir um novo jogo. É no reconhecimento dos valores e limitações dessas experiências que a cultura elaborada surge. Os indivíduos geralmente procuram meios de adquirir mais experiência e aprofundamento naquilo que os interessam, e que os forneça acesso às “alegrias ambiciosas” quando um novo nível de conhecimento é alcançado. Portanto, de acordo com Snyders, o centro das preocupações pedagógicas deve ser a questão dos conteúdos escolares, pois estes deveriam ser a própria fonte de alegria dos estudantes.

É a partir deste ponto, que Piassi (2007) enfatiza a Ciência como cultura. Pois, se a escola deve ser a fonte dessa cultura elaborada, os aspectos formais da educação científica devem estar sujeitos a esse objetivo, “que passa necessariamente pela questão do prazer em conhecer o mundo com a visão que a ciência fornece” (p.51). Em outras palavras, uma compreensão mais profunda do objeto de estudo, gera mais interesse e satisfação, e deve estar vinculada a uma adesão afetiva por parte dos sujeitos.

Tal adesão somente é possível dentro “do sentido que só se realiza quando se colocam questões como problemas que dizem respeito ao estudante, enquanto ser humano, cultural e social” (PIASSI, 2007, p.51). Sendo assim, o autor baseado no pensamento de Bronowski, afirma que enxergar a Ciência também como cultura nos leva a questão da dimensão afetiva que envolve a arte e, conseqüentemente, à questão da relação afetiva com a Ciência; pois, uma vez que a literatura e a Ciência compartilham a imaginação em seus processos criativos, mesmo percorrendo caminhos distintos, buscam a universalidade do conhecimento humano.

Snyders (1988, apud PIASSI, 2007) associa ainda, a cultura primeira a cultura de massas, afirmando que a fixação excessiva na cultura primeira causa certas limitações para o processo de transição para a elaborada. Isto ocorre especialmente quando as manifestações dessa cultura são ligadas à aspectos técnico-científicos na forma como é disseminada no meio social. É a partir dos aspectos subjetivos e afetivos da cultura primeira como cultura de massas, que o negacionismo científico ganha força.

Então, por que não utilizar produções culturais que também utilizam de tais aspectos para “melhorar” a visão do grande público sobre a Ciência? A FC se insere nesse contexto no ensino de Ciências, a medida em que se configura também como uma maneira de trazer conteúdos culturais científicos a partir de problemas estabelecidos pelas práticas sociais. É exatamente para o surgimento dessa dimensão afetiva discutida anteriormente, que devemos olhar, no contexto do negacionismo, buscando na ficção científica uma forma de provocar essa “adesão afetiva” e ressignificar a relação dos indivíduos com o conteúdo científico.

É certo que apenas ler uma obra de FC não despertará milagrosamente essa boa disposição frente à Ciência. É necessária uma mediação cuidadosa que incorpore os elementos da cultura primeira a construções mais elaboradas, e que levem em consideração os afetos dos sujeitos. A FC, se utilizada corretamente em sala de aula, pode se

tornar um poderoso instrumento para essa mediação. Em uma visão mais prática, Piassi e Pietrocola (2007) estabelecem um diagrama de polaridades para situar as obras de ficção científica frente as posições adotadas explicitamente ou implicitamente, em termos de anseios ou receios em relação ao conhecimento científico e a Ciência. Tais polos encontram-se submetidos a dois planos fundamentais: o existencial-filosófico e o material-econômico.

No primeiro, a Ciência é associada ao “conhecimento do cosmo e do ser humano, com a possibilidade de obtenção de respostas existenciais para as buscas mais profundas da humanidade” (PIASSI, 2007, p.3). Já o plano material-econômico associa os empreendimentos da Ciência e tecnologia ao conforto e bem-estar humano, “a vencer as dificuldades e ao domínio da natureza” (PIASSI, 2007, p.3).

É de extrema importância delimitar cuidadosamente as obras de FC dentro do diagrama, pois posturas e discursos que permanecem no polo dos anseios (positivo) correm o risco de situar a Ciência como resposta única a todos os problemas e questões humanas, negligenciando os aspectos éticos que a envolvem; por outro lado, ao permanecer no polo dos receios (negativo) e demonizar a Ciência, ou exagerar na crítica a seu aspecto empirista e objetivo (como explicitado nas seções anteriores), fornecemos terreno fértil para posturas negacionistas de todo tipo, e interpretações subjetivas acerca dos conhecimentos científicos já bem estabelecidos.

No contexto da sala de aula, Piassi (2007) oferece em sua tese, além do instrumento para caracterização dos elementos contrafactuais das obras de FC e um interessante relato do uso desses instrumentos nas aulas de Física, uma classificação baseada na concepção de conteúdo escolar de Libâneo e Zanetic, denominada “esferas do conhecimento sistematizado”. Essa classificação é baseada em três elementos (esferas) principais: conceitual fenomenológica; histórico metodológica; e sociopolítica.

A primeira, refere-se ao conteúdo escolar “tradicional” e os objetos de estudo da ciência; na esfera histórico-metodológica,

inserimos o que Libâneo (1990 apud PIASSI, 2007) chama de “métodos de estudo da ciência e a história de sua produção”, que envolve o conhecimento da estrutura e do funcionamento da prática científica, que concorrem para a compreensão dos processos que levam à produção do conhecimento científico, envolvendo também questões filosóficas, históricas e epistemológicas, bem como o método científico. Por fim, a esfera sociopolítica, que envolve as múltiplas influências entre Ciência e sociedade no âmbito cultural, político, econômico e social, onde inclui-se também o aspecto histórico, mas não no sentido referido anteriormente da história interna da Ciência, mas sim das interrelações entre sociedade e Ciência que podem ser situadas num dado momento histórico, analisando seu desenvolvimento.

O objetivo dessa classificação, segundo Piassi (2007), é abordar um problema antigo no ensino de ciências, na qual é dada ênfase no ensino de conceitos, leis, fatos e fenômenos, como se fossem dados estáticos e separados do mundo real, desvinculados de seus aspectos históricos e sociais. Desta forma o processo e contexto de produção do conhecimento científico são menos valorizados que os seus produtos ou resultados.

Segundo o autor (idem), é através da análise de elementos ligados à Ciência das obras de FC que o professor pode almejar alcançar a comunicação entre as três esferas do conhecimento humano. O ensino apenas na esfera conceitual-fenomenológica ignora o próprio objetivo da educação básica. Tal comunicação, entra em ressonância com os objetivos das abordagens CTS, que almeja a formação de um cidadão crítico, capaz de tomar decisões conscientes e transformadoras em seu meio.

SUGESTÃO DE APLICAÇÃO: ENTROPIA E O NEGACIONISMO CLIMÁTICO

Utilizando os instrumentos desenvolvidos por Piassi (2007), sugerimos o uso do conto “A Última Pergunta” de Isaac Asimov

(ASIMOV, 2016), para discutir a primeira lei da Termodinâmica em sala de aula, e traçar um caminho indireto para combater “argumentos” que negam o aquecimento global. O objetivo não é identificar conceitos e contrapor diretamente aos argumentos negacionistas, mas sim fortalecer o poder de discussão dos alunos a partir do efeito literário do conto. Este, que por ser breve, facilita seu uso em sala de aula, e possui uma ideia central muito clara e fácil de identificar.

A história começa com uma conversa distraída de dois engenheiros responsáveis pela programação de um supercomputador, chamado de MULTIVAC, que teria sido capaz de resolver o problema de como converter a energia do sol em uma fonte quase inesgotável de energia para o uso e desenvolvimento da humanidade em escala planetária. Em um dado momento, já bêbados, eles apostam se o computador seria capaz de responder à pergunta: “A quantidade total de entropia do universo pode ser revertida?”. A partir de então, a história acompanha o desenvolvimento tecnológico e científico da humanidade enquanto MULTIVAC tenta responder à pergunta sem sucesso, alegando dados insuficientes (ASIMOV, 2016).

O conto é facilmente inserido na esfera conceitual fenomenológica, uma vez que trabalha o conceito de entropia ligado à dois termos importantes: irreversibilidade e energia. Além disso, também é localizado no polo positivo dos anseios, nos dois planos: existencial-filosófico e o material-econômico. No primeiro, identifica-se a partir da ideia de imortalidade, à medida que a Ciência e tecnologia evoluem no decorrer da história, proporcionando o prolongamento da vida humana, até o estágio no qual não é preciso ‘habitar’ um corpo, ou existir, apenas “ser”, como uma existência em um plano alternativo, na qual tudo é acessível, em uma nova concepção de ser humano. Já o plano material-econômico, manifesta-se nas viagens interestelares, e na própria possibilidade da criação de um supercomputador capaz de resolver enigmas científicos.

É interessante que seja aplicado como introdução ao conteúdo, para proporcionar um primeiro contato com o conceito de entropia.

Iremos dividir a abordagem em dois momentos: a primeira leitura e discussão; e depois de trabalhado o conteúdo das leis da termodinâmica no decorrer das aulas.

- **PRIMEIRA LEITURA E DISCUSSÃO**

A realização desta etapa deve ser feita antes de apresentar as leis da Termodinâmica aos alunos, pois é importante que sirva como um gancho inicial para o conteúdo. Acrescentamos também algumas sugestões de perguntas para um questionário após a leitura, com o objetivo de verificar as noções e sentimentos diante da leitura do conto, bem como a relação com a forma como a Ciência e a humanidade é apresentada.

Inicialmente, deve-se organizar os estudantes em grupos de 4 a 5 integrantes, e em seguida, entregar a cada aluno uma cópia impressa individual do conto “A Última Pergunta” do escritor Isaac Asimov. É importante que o(a) professor(a) divida o tempo da aula para que a leitura seja feita em sala, por cada grupo. Após a leitura inicial do conto, o professor deve incentivar os alunos a expressarem sua primeira impressão da história, o que eles compreenderam, suas dúvidas, e se acharam algo de interessante durante a leitura. Ao final do período de *feedback*, o professor deve entregar a cada aluno, individualmente, um questionário sobre o conto e pedir que entreguem até o final da aula, enfatizando seu caráter avaliativo:

- 1) Sobre o que é a história apresentada no conto?
- 2) Comente, com suas palavras, o que você achou interessante ou desinteressante no conto “A Última Pergunta” de Isaac Asimov.
- 3) É possível um supercomputador resolver um problema científico sozinho (sem ajuda de cientistas, apenas com acesso à dados)? Por quê?
- 4) Você acha que é possível que um dia a humanidade seja capaz de criar um MULTIVAC?
- 5) O conto apresenta momentos distintos durante a história de uma humanidade do futuro. Em uma delas, o ser humano torna-se imortal.

Mesmo assim, a personagem “VJ-23X” não parece satisfeita. Por quê? E você, gostaria de ser imortal?

6) Se existisse um MULTIVAC, que pergunta você faria a ele?

7) Faça um desenho de como você imagina que seriam os seres humanos do futuro.

Os elementos contrafactuais do conto, como a existência de um supercomputador que pode resolver problemas científicos melhor que seres humanos, imortalidade, a existência de um “hiperespaço”, as viagens interestelares e uma suposta forma de obter energia quase indefinidamente, são coisas que não existem, mas tem sua base no mundo e na ciência real, e são capazes de suscitar questões e inquietações reais da visão dos alunos sobre o papel da Ciência no desenvolvimento humano e em sua relação com o mundo. A partir da análise das respostas aos questionários, é possível traçar um mapa das concepções, anseios e receios em relação ao conhecimento científico.

- **SEGUNDA LEITURA E AS ABORDAGENS NEGACIONISTAS**

Nesta etapa, é recomendável que o(a) docente já tenha trabalhado o conteúdo, inclusive elaborado atividades experimentais a serem realizadas pelos próprios alunos, dando enfoque também à análise estatística dos fenômenos. O objetivo desta abordagem é que os alunos relacionem a entropia não somente aos experimentos ou à desordem de átomos, mas também a noção da passagem do tempo, à energia e ao desenvolvimento do universo como um todo. Assim a Ciência sai dos livros e dos experimentos padrões, e entra como uma das formas de interpretar o mundo e a realidade, através também da imaginação.

Na etapa final, o professor deve entregar uma cópia do conto novamente para cada grupo, e pedir que respondam um segundo questionário em sala. Em seguida, deve-se propor uma discussão sobre os aspectos mais abordados no segundo questionário, e pedir aos alunos que tentem responder à Última Pergunta, presente no

conto, com base em todo o conteúdo estudado, relacionando também aos experimentos realizados. Segue abaixo sugestões de perguntas que podem ser inseridas no questionário:

- 1) O nosso Sol irá brilhar para sempre? Por quê? Explique com suas palavras.
- 2) O que você entende por entropia?
- 3) Você acha que é possível que um dia a humanidade possa existir apenas em essência (mente), não em corpo, tal como a personagem Zee Prime?
- 4) A direção da entropia pode ser revertida? Por quê?
- 5) Imagine uma situação em que a direção da entropia poderia ser revertida. Descreva-a.
- 6) Você percebeu alguma mudança em MULTIVAC no decorrer da história?
- 7) A penúltima linha do conto “A última pergunta”, descreve a seguinte fala de uma personagem: “FAÇA-SE A LUZ”. Comente, com suas palavras, como você interpretaria a conclusão da história.

A partir das questões levantadas, sob uma perspectiva mais conceitual, é possível trabalhar direta e indiretamente a noção de sustentabilidade e recursos energéticos. Neste momento, como os alunos já possuem uma base das leis de termodinâmica, devem ser capazes de formular opiniões mais concisas sobre o que é entropia e a possibilidade e implicações de revertê-la.

Porém, para o objetivo desta seção, classificaremos 3 possíveis ideias por trás do conto que são de interesse para a discussão acerca do negacionismo científico. São elas: pensamento a longo prazo; construção do conhecimento científico independente do humano, baseado no desenvolvimento tecnológico; concepção de humano quase “divino” na sua evolução em uma sociedade científico-tecnológica.

Nota-se na história, que mesmo diante de um futuro supostamente brilhante da humanidade, onde a tecnologia torna possível até mesmo a vida prolongada, ela ainda não chega a ser

eterna: a imortalidade se abre como uma questão possível, um exercício de pensamento a longo prazo. É explorado em segundo plano, questões como a superpopulação no universo e o esgotamento de recursos. Somos transportados para esse futuro possível e nos vemos obrigados a pensar o que faríamos se pudéssemos ter a vida prolongada e nem mesmo toda a energia do universo fosse o suficiente para a sobrevivência da humanidade. Dentro do contexto da obra não é possível escapar à essa reflexão alegando um futuro nebuloso e inacessível, sob a desculpa que esse será um problema de outras gerações, como defendem os negacionistas climáticos (ABELLÁN-LÓPEZ, 2021). É exatamente essa característica de vivenciar uma experiência humana que torna a experiência literária tão valiosa, pois ela insere o leitor na narrativa, enquanto participante, e não apenas expectador.

É interessante notarmos, também, a personificação do supercomputador (através da forma como se expressa), que ao passar do tempo se autodesenvolve e foge à compreensão humana, habitando uma dimensão a parte do universo ocupado (hiperespaço), onde no final, o Homem se une à essa entidade, que não pode mais ser vista apenas como uma “máquina inteligente”. Podemos identificar facilmente a euforia do autor, ao colocar a Ciência como caminho para tal “iluminação humana”, situando a obra completamente no pólo positivo do diagrama proposto por Piassi (2007).

O clímax do conto se passa exatamente no final, onde MULTIVAC consegue responder à pergunta, mas não há ninguém para contar. A própria frase com a qual Asimov termina o conto (“faça-se a Luz!”), é um ponto de partida interessante para explorar as reações e noções dos estudantes sobre o papel da Ciência também em questões existenciais que incomodam qualquer ser humano. Além disso, o fato de a história terminar com a perspectiva da evolução máxima do ser humano ser uma simbiose senciente e tecnológica, torna possível ao professor verificar, através da discussão em sala de aula, como os alunos se sentem em relação à essa possibilidade, e se acreditam que

a Ciência poderia ser uma forma de levar a cabo esta transformação, finalizando com a pergunta: “Ainda seríamos humanos?”.

O objetivo desta abordagem não é entrar em concordância plena com a perspectiva eufórica do autor em relação a Ciência, mas utilizar o conto como amplificador das concepções dos alunos sobre a relação humana com a tecnologia e o conhecimento científico. O professor, em sala de aula pode, por exemplo, expor a controvérsia dentro da narrativa, onde mesmo com todo o desenvolvimento, a humanidade não cessou de “explorar” ao invés de “manter”, exemplificado quando uma das personagens ‘incorpóreas’ sente curiosidade em visitar o lar do Homem (sistema solar), e se decepciona com seu aspecto comum e exaurido. E é colocando em evidência essas controvérsias dentro dos próprios alunos, que se cria a possibilidade de discussão acerca de uma relação mais consciente e ética com a natureza. Mas, não apenas repetindo o discurso de importância, mas fazendo aflorar os sentimentos e valores que os próprios alunos carregam consigo sobre o mundo e a realidade a sua volta.

Portanto, o objetivo de sugerir o uso deste conto em particular durante as aulas de Física, não é apenas porque fala tão diretamente da entropia. Mas, porque apresenta valores e sentimentos em relação ao papel da tecnologia e da Ciência no desenvolvimento humano. Note que em nenhum momento, buscou-se ir contra os argumentos supostamente céticos dos negacionistas climáticos, ou explicar o efeito estufa. Pois, como visto nas seções anteriores, o objetivo é causar um espanto, um “*sense of wonder*”, ao mesmo tempo que as discussões orientadas em sala de aula permitem ao aluno exercitar esta projeção para o futuro, considerando seus medos, anseios e concepções subjetivas.

A complementação com o conteúdo “tradicional” e as abordagens experimentais sugeridas anteriormente tem como objetivo fortalecer o aspecto heurístico da investigação científica para abranger todas as esferas do conhecimento sistematizado. Os alunos devem ser capazes de sentir a inquietação diante da complexidade da vida e do universo,

sem se sentirem excluídos ou obrigatoriamente especialistas. O(a) professor(a) pode ir construindo no decorrer das aulas, uma ação mais direta contra o negacionismo climático. Inclusive, sugerimos que após algum tempo de aplicação da FC nas aulas, o(a) professor(a) possa elevar um pouco mais a dificuldade, e construir um estudo mais aprofundado no tema climático utilizando o livro *Duna*, de Frank Herbert (HERBERT, 1965). Pois, esta obra complexa possui uma perspectiva tecnológica quase que completamente oposta à de Asimov.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através de uma revisão bibliográfica sobre negacionismo científico e ficção científica no ensino de Física, notou-se que o negacionismo, mesmo quando está à serviço de certos grupos e interesses econômicos, não se trata apenas de uma recusa cega ao conhecimento científico. Suas bases encontram-se no fenômeno da pós-verdade e no movimento pós-moderno, que possuem características próprias na estruturação de seus discursos. Estes, além de encontrarem eco nos anseios e receios dos sujeitos acerca da relação da Ciência com a própria realidade e a sociedade, também denotam uma incompreensão dos processos de construção do conhecimento científico e um profundo sentimento de exclusão que tal sentimento provoca.

Mas, não se trata apenas de informar o público, é preciso que vejam também, a Ciência como atividade humana, impregnada de subjetividade, porém, norteadas pela razão (SOUZA; MARTINS, 2020). A FC, por suas próprias características de gênero literário possui uma posição privilegiada para a educação em Ciências, porque é a principal fonte de construção do imaginário social sobre a Ciência (PIASSI, 2007). E justamente por esse caráter humano, de veículo de desejos, anseios e medos, que pode servir como mobilizadora dos afetos, e tornar-se um possível meio de combate ao negacionismo científico.

A própria Física enfrenta questões cada vez mais complexas e abstratas acerca da compreensão da própria realidade. É quase justificável que tantos indivíduos busquem por narrativas mais simples, em um mundo em que a tecnologia se encontra imbricada com o humano, em suas novas conexões com o mundo, que desafia de modo inquietante o sujeito forjado na Modernidade. Pois, “o momento presente se vê como ficção científica” (OLIVEIRA, 2003, p.179).

Por fim, é necessário buscarmos meios de retomar a confiança do público na Ciência, mesmo cientes de suas limitações como conhecimento humano. É preciso aprendermos a lidar com o “desconforto” que a falta de certezas provoca. E a arte é, inegavelmente, o veículo de todas as frustrações, desejos e emoções humanas. Ao ler uma obra de ficção científica, não estamos apenas viajando por mundos futurísticos e tecnologias mirabolantes. Há um sentimento de pertencimento, de inclusão, que só a experiência literária pode proporcionar; e é exatamente através desse sentimento que podemos almejar conectar o público neste longo e complexo processo humano de buscar conhecer o mundo. Pois, “o mistério da vida não é um problema a ser resolvido, mas uma realidade a ser vivenciada” (HEBERT, 1965).

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, C. A. A. Novos desafios epistemológicos para a ciência da informação. **Palavra Chave**, La Plata, v.10, n.2, abr-set 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.24215/18539912e116>. Acesso em: 05 de jan. de 2023.

ABELLÁN-LÓPEZ, M. A. El cambio climático: negacionismo, escepticismo y desinformación. **Tabula Rasa**, v. 37, 283-301, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.25058/20112742.n37.13>. Acesso em: 05 de jan. de 2023.

ASIMOV, Isaac. A última pergunta. Noosfera, 2016. Disponível em: <https://noosfera.com.br/a-ultima-pergunta/>. Acesso em: 05 de jan. de 2023.

DUNKER, Christian. Subjetividade em tempos de pós-verdade. In: DUNKER, Christian; TEZZA, Cristovão. FUKS, Julián; TIBURI, Marcia; SAFATLE, Vladimir (Orgs). **Ética e pós-verdade**. Porto Alegre: Dublinense, 2017, p.3-27.

HEBERT, Frank. **Dune**. London: Chilton Books, 1965.

MARTINS, A. F. P. Terraplanismo, Ludwik Fleck e o mito de Prometeu. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 3, p. 1193-1216, dez. 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2020v37n3p1193>. Acesso em: 05 de jan. de 2023.

OLIVEIRA, F. R. Ficção Científica: uma narrativa da subjetividade homem-máquina. **Contracampo, Dossiê Mídia e Democracia**, n.09, p.

177-198, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.22409/contracampo.v0i09.494>. Acesso em: 05 de jan. de 2023.

PÍVARO, G. F.; GIROTTO, G. O ataque organizado à ciência como forma de manipulação: do aquecimento global ao coronavírus. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n.3, p.1074-1098, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2020v37n3p1074>. Acesso em: 05 de jan. de 2023.

PIASSI, L. P. C.; PIETROCOLA, M. Ficção científica e ensino de ciências: para além do método de ‘encontrar erros em filmes. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v.35, n.3, p. 525-540, set./dez. 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1517-97022009000300008>. Acesso em: 05 de jan. de 2023.

PIASSI, L. P. C.; PIETROCOLA, M. De olho no futuro: ficção científica para debater questões sociopolíticas de ciência e tecnologia em sala de aula. **Ciência & Ensino**, v. 1, n. especial, 2007. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/341724839_De_olho_no_futuro_ficcao_cientifica_para_debater_questoes_sociopoliticas_de_ciencia_e_tecnologia_em_sala_de_aula. Acesso em: 05 de jan. de 2023.

PIASSI, L. P. C. **Contatos**: A ficção científica no ensino de ciências em um contexto sociocultural. 2007. Tese (doutorado) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-10122007-110755/pt-br.php>. Acesso em: 05 de jan. de 2023.

SEIXAS, R. A retórica da pós-verdade: o problema das convicções. **Revista Eletrônica de Estudos Integrados em Discurso e Argumentação**, Ilhéus, n.18, p. 122-138, jan/abr de 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.17648/eidea-18-2197>. Acesso em: 05 de jan. de 2023.

SOUZA, A. T. F.; MARTINS, A. F. P. Pós-verdade e a potência dos afetos: um resgate da vida e obra de Rachel Carson para um saber sobre ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 3, p. 1147-1172, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2020v37n3p1147>. Acesso em: 05 de jan. de 2023.

VILELA, M. L.; SELLES, S. E. É possível uma Educação em Ciências crítica em tempos de negacionismo científico?. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 3, p. 1722-1747, dez. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2020v37n3p1722>. Acesso em: 05 de jan. de 2023.

► **Capítulo 3**

A APLICAÇÃO DE ARDUÍNO COMO INSTRUMENTO DE ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO

*Larissa da Rocha Machado
Micaías Andrade Rodrigues*

INTRODUÇÃO

No século XVII, quando se iniciou a construção da ciência moderna, incluiu-se aspectos relacionados de forma direta com o modo em que se interpretava o mundo real, e principalmente, o entendimento dos mecanismos que dominam essa realidade. Essas descobertas nas ciências exatas influenciaram tanto a sociedade que fez com que as pessoas cada vez mais buscassem formas de inovar e solucionar problemas com a tecnologia, fazendo com que a sociedade científica investisse em pesquisas para suprir essas necessidades (MENDES, 2009).

Essas alterações na tecnologia geraram resposta no quesito educação, fazendo com que os professores buscassem novas alternativas de ensino, com novas habilidades e competências. Dessa forma, as atividades práticas somadas às novas tecnologias puderam, então, possibilitar perspectivas de situações práticas para que o entendimento dos fenômenos naturais e seus conceitos fossem facilitados. Tal fato causou, também, o interesse dos alunos, incentivando-os a investigar, a pesquisar e a juntar com facilidade a teoria com a prática (FERNANDES, 2020).

Vistos como um dos símbolos da tecnologia, os computadores são essenciais para soluções de problemas. A sua utilização está difundida nas mais diversas áreas do conhecimento, desde serviços básicos como fazer um simples trabalho numa planilha, até a construção de grandes indústrias. No ensino de Física isto não seria diferente. Por meio de um “motor” de busca, somos capazes de encontrar “N” formas de inovação no ensino. As dificuldades e problemas que acometem o sistema educacional, e o ensino de Física, em particular, há muito tempo não são novidades. Isto leva os pesquisadores a considerarem suas causas e consequências.

A aparição da sociedade tecnológica, destacada pelo desenvolvimento da microeletrônica, fez com que as tecnologias digitais da comunicação avançassem, gerando assim soluções para várias áreas, tais como: indústria, medicina, os meios de transporte e comunicação. Porém essa inclusão de tecnologias dentro do ensino ainda é considerada algo desafiador, principalmente entre os que atuam em escolas públicas. Tal desafio se dá devido a alguns aspectos, como, por exemplo: a falta de equipamentos (*software e hardware*), a falta de conhecimento pedagógico, ausência de cursos de formação para os professores dando ênfase em metodologias de ensino que disponham sobre o uso de tecnologias somados ao protagonismo dos alunos, e também a ausência de condições práticas de trabalho dos professores que acaba se tornando uma dificuldade ao correlacionar a teoria e prática, com a educação e tecnologias, considerando a sua complicação (CASTILHO; OLIVEIRA; DUTRA, 2020).

Os alunos já não se satisfazem somente com aulas expositivas e dialogadas de Física, sempre esperando que o professor inove e desperte sua curiosidade em aula (MARTINAZZO *et al.*, 2014). Já os professores, em meio a essa evolução tecnológica, ficam angustiados, já que seus alunos ficam inquietos em aulas tradicionais. Visando modificar este quadro, atualmente muitas pesquisas são feitas no ensino de Ciências com o objetivo de incorporar a tecnologia como uma metodologia de ensino e fazer com que o aluno seja atraído mais por estas aulas (ARAÚJO *et al*, 2019).

Somado a isto, são conhecidas as dificuldades que os alunos têm na compreensão dos fenômenos físicos (SILVA *et al.*, 2019). O ensino de Física sendo parte do Ensino Médio e que vincula os conteúdos do Ensino Fundamental com Ensino Médio nas ciências exatas e da natureza, vem apresentando impacto no aprendizado dos alunos, que as possuem em sua grade. De acordo com Borges (2016, p. 20):

Os estudos e as pesquisas que analisam a situação em que se encontra o ensino de Física nas escolas de Ensino Médio evidenciam uma preocupante realidade com relação ao desempenho escolar dos alunos nessa disciplina e sugerem a necessidade de mudanças.

Entre as dificuldades dos alunos, para a grande maioria deles, a Física representa uma disciplina muito difícil, a qual tem muitas fórmulas que não ficam bem claras (MELO, 2011), como também a falta dos conteúdos sendo relacionados com o seu dia a dia (GODOI; MELO; BORGES, 2020). Para a melhor compreensão dos fenômenos físicos, podemos através de experimentos e utilizando vários tipos de ferramentas, fazer com que seja mais fluída a compreensão, e na sessão a seguir falaremos sobre a utilização de um meio de construção de experimentos.

A UTILIZAÇÃO DO ARDUÍNO NO ENSINO DE FÍSICA

O Arduino tem se tornado uma plataforma bastante utilizada em várias áreas da ciência. Teve seu início em 2005, com o intuito de possibilitar as pessoas que não são especialistas em eletrônica ou programação, desenvolver alguns ambientes e objetos interativos (SILVA *et al.*, 2016). Em termos práticos:

Um Arduino é um pequeno computador que você pode programar para processar entradas e saídas entre o dispositivo e os componentes externos conectados

a ele. O Arduino é o que chamamos de plataforma de computação física ou embarcada, ou seja, um sistema que pode interagir com seu ambiente por meio de hardware e software (McROBERTS, 2011, p.22).

Apesar de existirem outras opções de plataformas construídas para microcontroladores, o Arduino é um destaque mundial dada a facilidade de programação, a versatilidade e o baixo custo envolvido no seu uso (CAVALCANTE *et al.*, 2011).

O Arduino surgiu como uma alternativa de baixo custo para experimentos de Física vistos por computador. Se comparado os “kits” de laboratório o Arduino possui um investimento bem baixo, usando um microcontrolador, um computador e alguns componentes eletrônicos, podem ser criadas inúmeras circunstâncias, que faz com que os alunos interajam entre si e tenham um processo ativo no ensino-aprendizagem. (CASTILHO; OLIVEIRA; DUTRA, 2020)

O Arduino é uma placa de controle, um microcontrolador, de entradas e saídas (I/O) que possibilita o controle de diversos circuitos. Esta constitui-se em um circuito com entradas e saídas que entendem informações que vêm de sensores e de comandos de outros sistemas. Dispõe de memória e processador que desempenham um tipo de programação específica que pode acender um LED ou um sistema inteiro de automação residencial, e é bem mais acessível se for comparar a outros microcontroladores, devido a seu baixo custo.

No que se refere ao Ensino de Física, tem grande aplicação, pois é possível processar dados de qualquer fenômeno físico que seja detectável por sensores de movimento, de luz, som, atuadores, motor de passo, LED, entre outros que adicionam várias funcionalidades ao Arduino. O Arduino se trata de um sistema que, a partir de suas portas digitais e analógicas, lê os sinais dos sensores que estão expostos ao ambiente (MARTINAZZO *et al.*, 2014; SILVA *et al.*, 2016).

No site da plataforma Arduino encontramos uma lista com vários motivos para uso do Arduino frente as demais opções. Entre

elas, podemos destacar que possui um baixo custo, podendo ser comprado e montado manualmente. Este possui ambiente disponível para várias plataformas: Windows, Mac OSX, Linux, já que a maioria dos microcontroladores tem limitação apenas do Windows. A programação utilizada para Arduino é simples e flexível para quem é iniciante. Existe, também, a possibilidade de expandir algumas funcionalidades ao incluir as bibliotecas em C++.

São diversos tipos de placas visando atender o máximo de necessidades. Elas variam em número de portas analógicas/digitais disponíveis, em tamanho, forma de alimentação e programação. Na Figura 1 veremos o modelo que será utilizado nesse trabalho. O modelo utilizado no desenvolver deste trabalho é um Arduino UNO R3, um modelo simples, porém permite a realização de vários experimentos sendo o mais popular entre todos os modelos que existem. Na *internet* existe uma infinidade de projetos e informações com o uso deste.

Figura 1 - Placa de Arduino UNO



Fonte: Página do Tech Tudo.

Além de existirem esses vários modelos de diversos tamanhos, cada Arduino possui uma capacidade para atender inúmeras necessidades. Ainda podem ser utilizadas placas adicionais, que

se chamam *shields*, que se acoplam a placa principal com o intuito de ter conexão *Wi-Fi*, *Bluetooth*, *Ethernet*, comunicação GSM, para chamadas ou envio de SMS, comunicação RF. O microcontrolador Arduíno abre uma imensidão de aplicabilidades experimentais para a Física, e inclusão em tanto no ensino fundamental, médio ou superior. Por isso, é importante que a tecnologia seja incluída nesse processo de conhecimento (MARTINAZZO *et al.*, 2014; SILVA *et al.*, 2016).

Para compor os projetos do Arduíno podemos utilizar vários tipos de sensores que podem ser conectados em suas portas de entrada ou saída. O Arduíno pode ter inúmeras utilidades, podendo inserir módulos, sensores, e construir programas com ele, qualquer pessoa pode aprender a manuseá-lo, as inúmeras ideias só vão depender da criatividade e da imaginação da pessoa que está operando. Existem vários experimentos que já foram desenvolvidos com o uso de Arduíno, entre eles: um sistema de alarme, utilizando um sensor de presença e um teclado para que o sistema esteja ativo; controle de acesso a ambientes; detector de vazamento de gases; acender e apagar lâmpadas com o simples ato de bater palmas, etc.

Desta forma nos sobreveio a seguinte questão: seria o Arduíno um instrumento capaz de interligar a tecnologia com uma aprendizagem efetiva? Temos como propósito, então, construir uma forma de aprendizagem para a vida dos alunos e para os professores que lecionam a disciplina de Física no Ensino Médio, no intuito de que o material desenvolvido estimule o aprendizado, com a solução de questões, unido aos recursos tecnológicos do Arduíno. Visamos construir, com o uso de uma prática experimental aliada com uma tecnologia adequada, e facilitar, então, o aprendizado de conteúdos de Física e propor uma alternativa que reduzisse as dificuldades relatadas pelos professores de Física ao realizar atividades experimentais que fizessem coleta de dados de forma automática.

METODOLOGIA

Neste texto apresentaremos uma sugestão como forma de

aplicação do trabalho produzido em questão, e como o aluno poderia fazer o uso da tecnologia no momento de ensino e aprendizagem, e como este recurso pode contribuir com a metodologia aplicada, deixando a aula mais atrativa e, assim, despertando o interesse dos alunos. Com essa experiência é esperado que o aluno se torne apto para se aprofundar seus estudos nessa área, podendo seguir carreira universitária em cursos nesse âmbito, mas também entregar uma base de conhecimentos gerais para todos os alunos.

A aplicação do Arduíno, com as mais diversas funções, entre elas a leitura síncrona de vários sensores digitais e/ou analógicos, pode ser um importante mecanismo de ensino e pesquisa, em especial as instituições que possuem uma estrutura básica. As instituições, e especialmente os professores, podem usar essas ferramentas no desenvolvimento de seus trabalhos, no ensino de instrumentação analógica e digital. Comparando o custo benefício dos *kits* prontos de laboratório para desenvolver experimentos de Física, com o uso do *notebook* combinado com a plataforma Arduíno e alguns componentes eletrônicos, faz com que o Arduíno seja a opção mais viável a elaboração de atividades, que fazem com que os estudantes sejam ativos no seu processo de ensino-aprendizagem (CASTILHO; OLIVEIRA; DUTRA, 2020; MARTINAZZO *et al.*, 2014).

Tendo em vista as dificuldades que existem no ensino de física, manifestou-se a ideia de construir um material didático, que tivesse um baixo custo e fosse simples de elaborar, para que auxiliasse na aprendizagem do conteúdo de Oscilações. Temos, como objetivo geral, propor atividades experimentais para o ensino de oscilações utilizando o Arduíno, e como objetivos específicos: identificar possibilidades para a utilização do Arduíno; criar, testar e disponibilizar código para a programação do Arduíno em aulas de Física Experimental; e compreender como este recurso pode ser aplicado na educação.

Neste trabalho são propostas atividades didáticas no Ensino de Física com base em atividades experimentais, com aquisição de

dados através de sensores, e prototipagem de Arduino, trabalhando algumas temáticas abordadas no 2º ano do ensino médio, como Pêndulo Simples e o Sistema Massa-Mola. No decorrer de cada temática apresenta-se uma introdução, com objetivos do experimento, a lista de materiais utilizados para a construção e execução do experimento, seu esquema de montagem (circuito no *Tinkercad*), instruções e código para execução no link que está no fim deste arquivo como anexo.

MONTAGEM DOS EXPERIMENTOS

A seguir será feita a descrição da montagem dos experimentos de Pêndulo Simples e do Sistema Massa-Mola. Nas figuras 1 e 2, estão as fotos dos aparatos experimentais que foram construídos para este trabalho em seu resultado final.

**Figura 2 - SEQ Figura * ARABIC 1:
Pêndulo Simples**



**Figura 3 - SEQ Figura * ARABIC 2:
Sistema Massa-Mola**

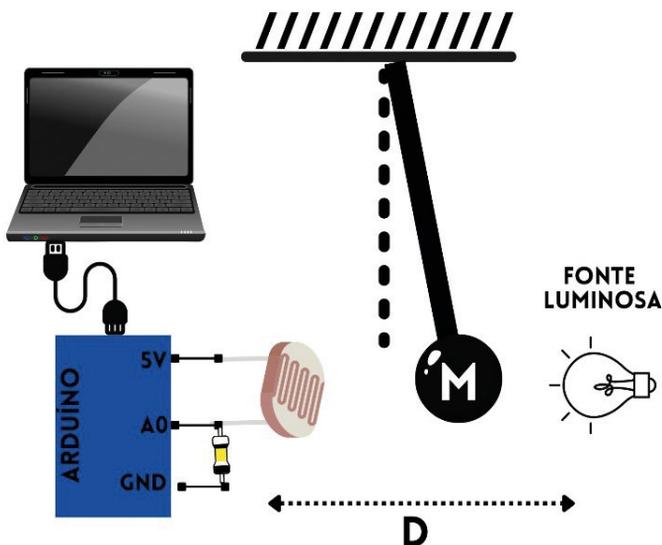


Fotos: Autoria própria

A) PÊNDULO SIMPLES:

O Pêndulo Simples, é um dos sistemas mais simples que realizam o movimento harmônico simples. Através de aproximações é possível obter o valor da gravidade.

Figura 3 - Esquema de representação Pêndulo Simples.



Fonte: Autoria Própria

OBJETIVO: Verificar as causas de variações durante o período de oscilação e estudar o pêndulo simples.

Este experimento constitui-se da medida do sinal que o LDR em função do tempo, ao mesmo tempo que a massa oscila, em pequenas amplitudes, passando entre a fonte luminosa e o LDR. Para montar todo o aparato experimental utilizamos os materiais descritos abaixo e em anexo o link com os códigos utilizados para a execução.

Para montar todo o aparato experimental utilizamos os materiais descritos no Quadro 1. Ao montar o circuito como nas figuras 3 e 4,

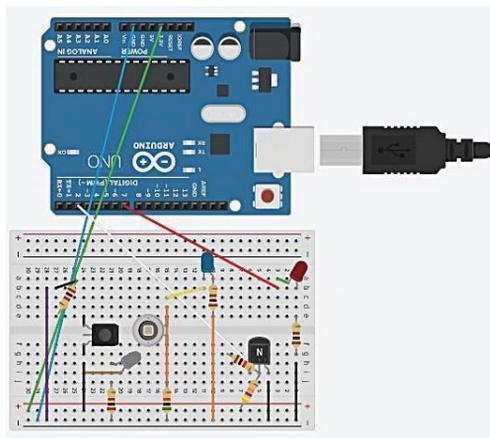
meça o tamanho de L com uma régua, puxe essa massa para a lateral, formando um ângulo Θ e logo após, solte-a.

Para a realização das medidas do período T, que está descrita nos anexos deste trabalho, basta copiar e colar no ambiente do Arduino. Assim que a massa passa em frente do LDR, o sinal do Arduino tende a aumentar, até que a fonte volte a refletir no LDR, até então esta massa já passou pelo feixe. A medida de Δt_1 corresponde ao tempo em que a massa está na frente do feixe, Δt_2 corresponde então a metade do período da oscilação, sendo então $T=2 \cdot \Delta t_2$. Sendo conhecido os valores de L e de T, podemos encontrar o valor de g.

Quadro 1 - Lista de itens do experimento - Pêndulo Simples

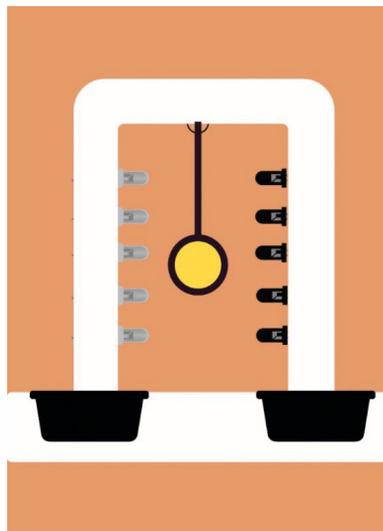
ITEM	DESCRIÇÃO	QUANTIDADE
Placa de Arduino	Arduino R3	1
Protoboard	-	1
Fios Jumper	macho-macho/macho-fêmea	vários
Fios para Conexão	Fios com mais de 45cm	vários
Fotodiodos	5mm	5
LED Infravermelho	5mm	5
Transistor	NPN	1
Resistor	100 Ω	5
Resistor	47K	1
LED	Branco, azul e Vermelho	3
Tubo de Esgoto	40	1m
Joelho	40x90	2 unidades
Cola	Instantânea	1
Serra de Cano	18T	1
Gesso	Para prender a base dos canos no pote	1
Potinhos	Pote para fazer a base dos canos	2

Figura 3 - Montagem do Circuito do experimento Pêndulo Simples no programa "Tinkercad"



Fonte: Autoria Própria

Figura 4 - Montagem Experimental do Aparato do experimento Pêndulo Simples



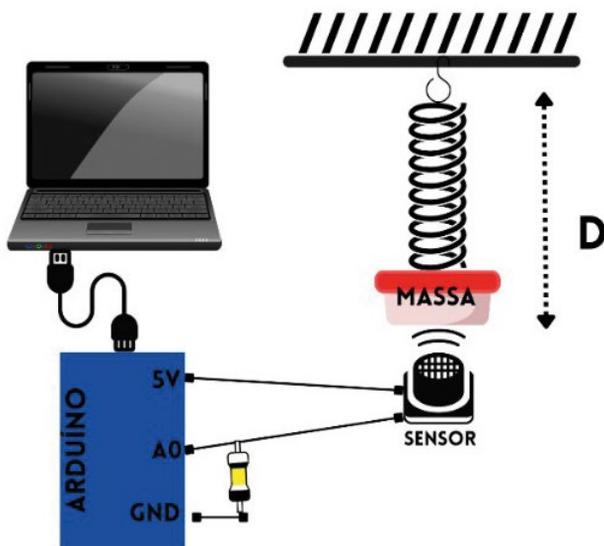
Fonte: Autoria Própria

Ao observarmos o Quadro 1 de materiais, podemos observar que os estes são acessíveis, encontrados facilmente em lojas de eletrônica e também em casas de construção. Além disto, esses materiais podem ser facilmente desmontados ou reutilizados para fazer outros experimentos. Na figura 3 podemos observar a montagem do circuito experimental feito na Protoboard, e na Figura 4, como o aparato experimental foi projeto e construído.

B) SISTEMA MASSA MOLA

O sistema massa-mola é um dos sistemas mais simples na Física. Ao observar este sistema, podemos compreender os fenômenos oscilatórios em pequenas amplitudes angulares.

Figura 5 - Esquema de representação Sistema - Massa Mola



Fonte: Autoria Própria

OBJETIVO: Estudar o sistema massa-mola e definir a constante de uma mola.

O sistema vibratório desenvolvido neste trabalho é constituído de uma massa e 5 molas de plástico, conforme apresenta a Figura acima. Para dar sustentação ao sistema, foi construído um suporte feito com tubos de esgoto, além do dispositivo detector de distâncias inserido na base do suporte. A régua permitiu determinar a posição inicial de equilíbrio estático.

É necessário, inicialmente, que se realize uma calibração do LDR, montando o sistema e circuito de acordo com as figuras 6 e 7, lembrando também que a intensidade luminosa varia de acordo com a distância e a resistência do LDR varia com essa intensidade luminosa. Podemos, então, definir uma relação entre o sinal do Arduino e a distância, apenas pela variação do LDR.

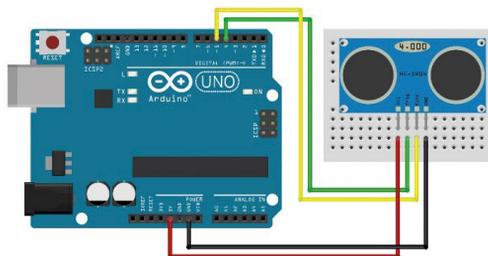
Quadro 2 - Lista de itens do experimento - Sistema Massa - Mola

ITEM	DESCRIÇÃO	QUANTIDADE
Placa de Arduino	Arduino R3	1
Protoboard	-	1
Fios Jumper	macho-macho/macho-fêmea	vários
Fios para Conexão		vários
Sensor Ultrassônico	HC-SR04	1
Molas	Vários diâmetros: (07mm, 09mm, 29mm, 33mm, 50mm), 10cm de cada tamanho.	1 de cada
Bolinha	-	1
Fio	Rígido para anexar na bolinha	1
Tubo de Esgoto	40	1m
Joelho	40x90	2 unidades
Cola	Instantânea	1
Serra de Cano	18T	1
Gesso	Para prender a base dos canos no pote	1
Potinhos	Pote para fazer a base dos canos	2

Ao observarmos o Quadro 2, podemos notar que a lista de materiais é quase a mesma do Quadro 1. O suporte é o mesmo, podendo ser utilizados para muitos outros experimentos, pois é desmontável. O que difere aqui é que utilizamos molas com diâmetros variados. As molas utilizadas são de espirais de encadernação, de baixo custo e facilmente encontradas em papelarias. Também foi utilizado aqui o Sensor Ultrassônico, que também é encontrado com facilidade em lojas de eletrônica.

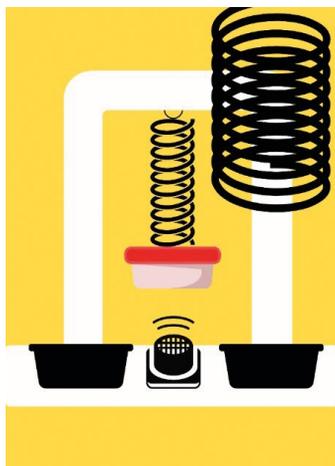
Na Figura 6, temos a montagem do circuito do Sensor Ultrassônico e na figura 7, temos a montagem do aparato experimental construído para este experimento, variando apenas as molas em uso.

Figura 6 - Circuito do Sensor Ultrassônico



Fonte: <https://www.filipeflop.com/blog/sensor-ultrassonico-hc-sr04-ao-arduino/>

Figura 7 - Montagem Experimental do experimento Sistema Massa-Mola



Fonte: Autoria Própria

MONTAGEM DOS EXPERIMENTOS E APARATO EXPERIMENTAL

O Aparato Experimental deste trabalho é multiuso. Foi pensado no intuito de que pudesse ser utilizado em vários experimentos. O que vai diferenciar os experimentos vai ser o circuito que vai ser ativado na hora da utilização. De forma mais simples: é só trocar o cabo do Arduino e o outro sistema é ativado. No experimento do Pêndulo Simples, é ativado o circuito que também ativa os fotodiodos e LED's, para que possa detectar a passagem do Pêndulo e, assim, coletar os dados.

Já no experimento do Sistema Massa- Mola, é ativado o circuito que o Sensor Ultrassônico é conectado. Quando a mola é esticada e o sensor detecta a movimentação da massa, a medida é iniciada. Nas figuras 8, 9, 10 e 11, em sequência, temos os circuitos sendo montados, e também o circuito funcionando, tendo um total de 5 placas conectadas, devido o fato de o aparato possuir 5 pares de fotodiodos e LED's.

Figura 8 - Circuito Unitário dos experimentos

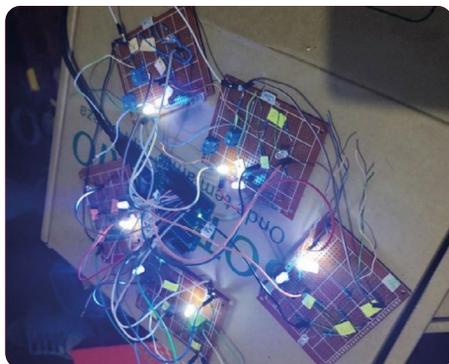


Figura 9 - Circuito Geral dos Experimentos

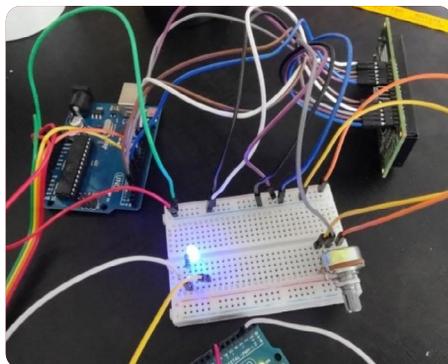


Figura 10 - Circuito geral em funcionamento

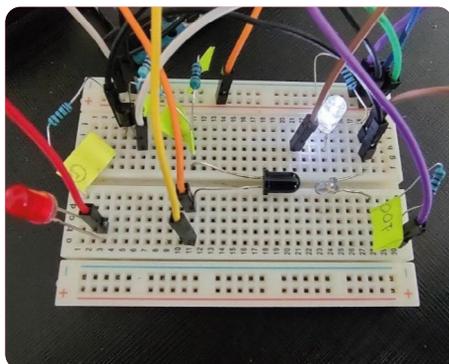


Figura 11 - Circuito com display e led



Fonte: Autoria Própria

RESULTADOS ESPERADOS E DISCUSSÕES

Existem vários trabalhos sobre a utilização do Arduino que mostram que essa plataforma tem possibilitado uma contribuição significativa para reinventar as atividades experimentais de Física. O modelo de Arduino vem sendo utilizado em vários projetos, tais como o trabalho em questão, que buscou explicar os princípios da física através de uma simulação representativa. Nesse trabalho o Arduino faz parte do processo de ensino-aprendizagem.

O tema escolhido para esta proposta é de grande relevância, tendo em vista que o Ensino de Física no ensino médio pode apresentar formas inovadoras de elaborar atividades que vão permitir e valorizar o desenvolvimento dos alunos. Com o suporte das novas tecnologias, esperamos poder estimular o caráter indagativo para o desenvolver de habilidades e conteúdos aos alunos do século XXI. A evolução de um estudante criativo e crítico é indispensável para o enriquecimento cultural e intelectual. Essas novas tecnologias podem servir como um instrumento que disponha do entendimento entre os pesquisadores externos e profissionais da escola, dando assim apoio à escola.

Após a proposição destas atividades e a sua aplicação em Sala de Aula esperamos obter os seguintes resultados:

- 1) Divulgar o Arduíno como ferramenta pedagógica para o ensino experimental de física;
 - 2) Inovar os laboratórios didáticos com recursos de qualidade e de custo baixo;
 - 3) Promover a interdisciplinaridade e a contextualização no Ensino de Física;
 - 4) Potencializar a aprendizagem dos conceitos físicos de forma mais agradável;
 - 5) Tornar as aulas mais atraentes e motivadoras;
 - 6) Realizar atividades experimentais nas escolas de educação básica.
- Como resultado disto, esperamos buscar novas alternativas para que os estudantes sejam mais proativos em seu processo ensino-aprendizagem e desenvolver nestes as competências, habilidades e atitudes referentes às tecnologias da comunicação e informação para que possam viver em uma sociedade cada vez mais informatizada.

CONCLUSÃO

Neste texto foram expostos alguns exemplos que são apenas sugestões de aplicações didáticas da placa de Arduíno para o ensino de Física, que se limitaram apenas ao uso como coletor de dados. Porém, a aplicação dessa ferramenta tem inúmeras possibilidades.

As teorias de aprendizagem validam a utilidade de tal ferramenta e dá suporte na adição cognitiva do aluno, já que o processo faz uso desse suporte. A ferramenta utilizada em questão, o Arduino facilita a aplicação, tanto no custo, facilidade de uso, e também suporte na *internet*. Desta forma a mesma apresenta-se como uma ferramenta interessante para que os professores possam usar a criatividade e inovar em diversas aplicações. A mesma mostra-se extremamente útil no apoio e com grande eficácia do ensino aprendizagem de Física.

Uma das principais metas deste trabalho, era propor uma alternativa que reduzisse as dificuldades relatadas pelos professores de Física ao realizar atividades experimentais que fizessem coleta de dados automática. E com este fim, este material foi desenvolvido para o ensino de algumas áreas, tais como: Robótica no Ensino de Física, Oscilações, Pêndulo Simples e Sistema Massa-Mola. Com certa aceitabilidade é provável pensar em alguns conhecimentos que poderiam ser alcançados, além dos fenômenos físicos diretamente pensados em cada experimento: corrente elétrica, resistência elétrica, capacitância, tensão elétrica, processadores, microcontroladores e assim por diante. São conhecimentos que são importantes para a tecnologia presente nos dias atuais.

A proposta aqui apresentada foi desenvolvida com base no conceito dos Recursos Educacionais Abertos (REA), podendo ser utilizados livremente, copiados, adaptados para outras temáticas e estudados, de acordo com o interesse e condições dos professores a qualquer instante. Novas pesquisas devem ser feitas sobre este assunto, a fim de que mostre que esse método é promissor para o Ensino de Física e como a aplicação da SD poderia ocorrer. Levando em conta a elaboração de uma sequência didática proposta no trabalho, essa atividade deve levar em deferência, seus conhecimentos prévios sobre o conteúdo, e sua participação ativa. Como o trabalho não foi aplicado em sala de aula, foi proposta uma sequência didática (SD), e pode também ser adaptada de forma que seja satisfatório ao professor aplicar em sala de aula.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Marcelo Pereira de *et al.*. **Metodologias ativas: gamificação no processo de aprendizagem. Anais VI CONEDU...** Campina Grande: Realize Editora, 2019. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/61117>>. Acesso em: 25 Jan. 2023.

BORGES, L. B. **Ensino e aprendizagem de Física: contribuições da teoria de Davydov.** 2016. Tese (Doutorado em Educação), Pontifícia Universidade Católica, Goiânia, 2016.

CASTILHO, Weimar; OLIVEIRA, Denise; DUTRA, Marco. O ensino de física e a aprendizagem significativa: um kit experimental com arduino para o ensino de queda livre. **Revista Experiências em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 3, p. 247-262, 2020. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/781>. Acessado em: 13 Jan. 2023.

CAVALCANTE, Marisa; TAVOLARO, Cristiane; MOLISANI, Elio. Física com arduino para iniciantes. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, São Paulo, v. 33, n. 4, p. 4503 – 4503, Oct. /Dec. 2011.

FERNANDES, J. **Aquisição de dados com arduino e smart experimento do pêndulo simples.** Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, UNiversidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE; p 263, 2020.

GODOI, Guilherme; MELO, Paulo; BORGES, Lucas; Contribuições de ciência tecnologia sociedade (CTS) para o atual ensino de física. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 4, p. 21113–21133, 2020.

Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/9196>. Acessado em: 13 Jan. 2023.

MARTINAZZO, Claodomir; *et al.* Arduino: uma tecnologia no ensino de física. **PERSPECTIVA**, Erechim, v. 38, n.143, p. 21-30, setembro/2014. Disponível em: https://www.uricer.edu.br/site/pdfs/perspectiva/143_430.pdf. Acessado em: 12 Jan. 2013.

MCROBERTS, Michael. **Arduino Básico**. São Paulo: Novatec, 2011.

MELO, Ruth Brito de Figueiredo. **O software modellus e suas contribuições no processo de ensino e aprendizagem**. 2011. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2011. Disponível em: <http://tede.bc.uepb.edu.br/jspui/handle/tede/1701>. Acesso em: 25 Jan. 2023.

MENDES, E. **Usando o arduino e a linguagem Python no ensino de física**. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) - Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza-CE, 74f, 2009.

SILVA, Vinícius Gomes *et al.* **A importância da experimentação no ensino de química e ciências**. Bauru: UNESP, 2016.

LINK PARA ACESSO DOS CÓDIGOS DOS EXPERIMENTOS:

https://docs.google.com/document/d/1O8q5SFFtSNVy7eA_Jpa8mxGvmUqUuiag/edit?usp=share_link&oid=103715744925465009237&rtpof=true&sd=true

► Capítulo 4

SIMULAÇÕES DIGITAIS COM O USO DO PhET PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DAS LEIS DE NEWTON NO ENSINO REMOTO

*Osielson de Sousa dos Santos
Fátima Leticia da Silva Gomes*

INTRODUÇÃO

Grande parte dos educandos têm dificuldades em perceber a aplicabilidade da teoria estudada em física em seu dia a dia, já que o nível de abstração começa a se tornar mais elaborado, e piorando o cenário, a metodologia de exposição dos conteúdos não acompanha a transformação pela qual passou a educação com o surgimento da pandemia causada pelo vírus Sars-CoV-2.

O isolamento social, proposto pela vigilância sanitária e demais órgãos competentes para combate do novo coronavírus, trouxe a necessidade de um novo cenário educacional, o Ensino Remoto, onde os professores tiveram que transferir as metodologias e práticas pedagógicas típicas do território físico para uma realidade on-line.

Os discentes que foram submetidos a esse ensino de carácter remoto emergencial, em sua grande maioria, nasceram em um mundo completamente dominado pela tecnologia, pela internet e pelos dispositivos eletrônicos. Possibilitando aos docentes utilizar as simulações digitais como alternativa para amenizar os efeitos causados pela ausência do uso do laboratório.

Em um esforço para se construir uma ponte entre estes jovens imersos em uma realidade virtual e o ensino da física, diversas iniciativas almejam obter algum sucesso, dentre as quais está de simuladores computacionais, como o Physics Educational Technology (PhET).

Portanto, esta pesquisa tem como problemática a seguinte indagação: Como o uso de simuladores computacionais no ensino de física, o PhET, contribui de maneira significativa no processo de ensino e aprendizagem no ensino remoto?

Desta forma, o objetivo geral deste trabalho é investigar de que forma os simuladores computacionais, o PhET, contribui no processo de ensino e aprendizagem de Física no Ensino remoto.

Como objetivos específicos estão: analisar a eficácia da utilização do PhET no ensino de Física, especificamente quando se trata do ensino das leis de Newton, averiguar a visão dos discentes sobre o uso das simulações no ensino de Física, conhecer a contribuição dos simuladores no ensino de Física na motivação da aprendizagem dos discentes e comparar a aprendizagem de Física dos educandos com e sem o uso de simulador PhET.

Esta pesquisa é relevante porque auxilia na hipótese de que a geração presente nas escolas brasileiras de Ensino Médio demanda um ensino diferente daquele praticado por anos pelos docentes que reproduzem um sistema de ensino tradicional, e que um método baseado nas preferências desta nova geração em consonância com suas aptidões terá maior aproveitamento em termos de aprendizado na disciplina de Física.

REFERENCIAL TEÓRICO

O ENSINO REMOTO

A Organização Mundial da Saúde (OMS), no dia 11/03/2020 anunciou a situação de pandemia da Covid-19, ou seja, que a classificação da situação mundial do novo Coronavírus (Sars-Cov-2) expressa risco potencial da população mundial ser atingida

simultaneamente pela doença infecciosa. Diante desta possibilidade de ameaça à saúde pública, algumas medidas de prevenção foram tomadas, prejudicando diversos setores da sociedade, entre eles a educação.

Com a necessidade do isolamento social como alternativa para o combate a proliferação do vírus (Sars-Cov-2), as aulas presenciais na rede estadual do Piauí sofreram suspensão no dia 16 de março de 2020, a partir do Art. 10, do Decreto Nº 18.884 que foi publicado no Diário Oficial do Estado: “Art. 10. Fica determinado a imediata: I – a suspensão, por quinze dias, das aulas da rede pública estadual de ensino” (PIAUÍ, 2020).

A transição do ensino presencial para o remoto no estado foi anunciada por meio de uma normativa que estabelece estratégias e diretrizes sobre o regime especial de aulas não presenciais nas escolas da rede pública Estadual de Ensino. Vala ressaltar que essa normativa ainda traz esclarecimento acerca do que seria o ensino remoto.

Quando nos referimos ao ensino remoto, estamos tratando da experiência de ensinar a distância, com o suporte de tecnologias ou não, tanto para disponibilização de conteúdo quanto para acompanhamento dos estudantes em suas atividades propostas (PIAUÍ, 2020).

O ensino remoto ou o Ensino Remoto Emergencial (ERE) como alguns autores costumam chamar, é uma forma de ensino temporário, emergencial e acessível, que almeja dar sequência às aulas buscando sanar os prejuízos na aprendizagem dos discentes. É o ensino que ocorre à distância, ou seja, professores e alunos separados fisicamente e com as aulas mediadas por Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação - TDICs, por isso, ele acaba sendo denominado de ensino EAD. Nessa perspectiva, Hodges. et al. (2020) define o ERE como:

O ensino remoto de emergência (ERT) é uma mudança temporária da entrega instrucional para um modo de entrega alternativo devido às circunstâncias de crise. Envolve o uso de soluções de ensino totalmente remotas para instrução ou educação que de outra forma seriam entregues presencialmente ou como cursos misturados ou híbridos e que retornarão a esse formato assim que a crise ou a emergência diminuïrem (HODGES. et al. 2020).

O ERE faz menção somente a mudança do espaço físico para o remoto, em muitos casos os docentes utilizam as mesmas metodologias do ensino presencial. Já o ensino EAD exige um planejamento a mais e até mesmo alterações nas metodologias de ensino.

Enquanto na modalidade EAD o processo é realizado em conjuntos com vários profissionais, como professor conteudista, produtor multimídia, gestor de Ambiente Virtual de Aprendizagem, além de outros. No ERE na maioria dos casos, o docente é o único responsável por todo o encadeamento da relação ensino-aprendizagem, além do mais, na transição do ensino presencial para o remoto, algumas instituições de ensino não capacitaram os professores para o manuseio de recursos tecnológicos.

Silveira apresenta alguns fatores que diferencia o ERE do EAD:

O ensino remoto, devido à pandemia da COVID-19, está sendo aplicado como forma emergencial, para dar conta de uma situação até então inesperada, ou seja, os Projetos Pedagógicos das Instituições de Ensino e de seus respectivos cursos não foram construídos para dar conta da modalidade de EaD, a fim de estruturar o currículo e os processos de ensino e de aprendizagem nesta modalidade diferenciada. Desta forma, os professores estão apenas utilizando as TDICs como meio, mantendo as mesmas metodologias de ensino utilizadas no ensino presencial,

baseadas, quase que em sua totalidade, na transmissão de conhecimentos, por meio de aulas expositivas e exercícios para fixação do conteúdo (SILVEIRA, 2020, p. 38).

O WhatsApp, Google Classroom, Google Meet, Zoom, Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs) entre outros estão entre as TDICs mais usadas no processo do ensino remoto. Algumas destas ferramentas além de permitir atividades e videoaulas possibilitam a interatividade entre docente e discente em tempo real por meio de reuniões *online*.

PHET

O *Physics Educational Technology* (PhET) é um projeto da Universidade de Colorado Boulder fundado no ano de 2002 por Carl Wieman, renomado físico norte americano e vencedor do Prêmio Nobel de Física. Wieman, Perkins e Adams (2008), afirmam que o PhET permite a criação de simulações interativas de forma gratuita, todas baseadas na experiência em educação dos autores para a oferta de um ambiente envolvente e intuitivo capaz de permitir o aprendizado por meio da exploração e da descoberta.

Desta forma, as simulações PhET se diferenciam do ensino tradicional por ter como objetivo a oferta de maior autonomia ao educando que alcança seu aprendizado por meio da exploração dos ambientes simulados, o que faz com que ele consolide seus conhecimentos por construir seus próprios significados e entendimentos.

O PhET está disponível originalmente no endereço eletrônico: <https://phet.colorado.edu/> tendo sua versão em português (https://phet.colorado.edu/pt_BR/), ele oferta simulações nas áreas de Física, Química, Matemática, ciências da Terra e Biologia.

As simulações de cada área são divididas em subáreas, na Física apresentam-se as seguintes seções: Movimento; Som & Onda; Trabalho, Energia & Potência; Calor & Termometria; Fenômenos

Quânticos; Luz & Radiação e Eletricidade, Imãs & Circuitos. O software pode ser usado on-line ou baixado para o computador, permitindo o uso em *off-line*.

Inicialmente após a escolha da matéria, as simulações são apresentadas em ordem alfabética podendo ser modificada para a alfabética invertida e para as mais recentes. Além das áreas e subáreas, as simulações podem ser filtradas por nível de ensino, pela compatibilidade, por acessibilidade e Inclusão.

Uma qualidade marcante do PhET e que difere dos demais simuladores educacionais é a realização de pesquisas com estudantes antes da inserção de qualquer simulação no site.

O grupo do PhET possui uma abordagem baseada em pesquisa, na qual as simulações são planejadas, desenvolvidas e avaliadas antes de serem publicadas no sítio. As entrevistas realizadas com diversos estudantes são fundamentais para o entendimento de como eles interagem com simulações e o que as torna efetivas educacionalmente (ARANTES, MIRANDA E STUDART, 2010, p.3).

Estas entrevistas visam compreender o envolvimento e a interação dos discentes com essas ferramentas de aprendizagem, analisar a existência ou não da eficiência das simulações em vários ambientes de aprendizagem e quais são as características marcantes que torna o PhET eficaz. Somente após a realização das pesquisas que analisam e avaliam as simulações é que elas são inseridas no site.

Para Arantes, Miranda e Studart (2010), o docente ao utilizar o simulador pode variar na sua aplicabilidade, utilizando-a em aulas expositivas, atividades em grupos na sala de aula, tarefas em casa e como laboratório.

Sobre o uso das simulações do PhET em aulas expositivas, Arantes, Miranda e Studart (2010, p.3) comentam sua função e

sua principal contribuição: “As simulações podem servir como demonstrações em aulas expositivas. Nesse caso, a principal contribuição consiste em visualizar conceitos abstratos como fótons, elétrons, linhas de campo, etc”.

O software é de fácil manuseio e dispõe de múltiplas ferramentas para facilitar a aprendizagem dos discentes sobre conceitos virtuais, como comenta Soares, (2013):

Para ajudar os alunos a compreender conceitos virtuais, as simulações PhET animam o que é invisível ao olho através de gráficos e controles intuitivos, tais como clicar e arrastar a manipulação, controles deslizantes e botões de rádio. A fim de incentivar ainda mais a exploração quantitativa, as simulações também oferecem instrumentos de medição, incluindo régua, cronômetros, voltímetros e termômetros. À medida que o usuário manipula essas ferramentas interativas, as respostas são imediatamente animadas, assim ilustrando efetivamente as relações de causa e efeito, bem como várias representações relacionadas (movimento dos objetos, gráficos, leitura de números, etc).

Nas atividades em grupos, recomenda-se que os alunos formem duplas, posterior o professor deverá passar um roteiro estruturado que irá permitir investigar os fenômenos, explorando todo potencial da simulação. Com a utilização desta prática, espera-se que os discentes se sintam encorajados a explorar o comportamento da simulação e questionar suas ideias. (ARANTES, MIRANDA e STUART, 2010)

Para a realização da atividade em casa, as simulações do PhET vão representar uma estratégia que possibilite ao estudante rever o conteúdo que foi abordado em aula e ao professor a introdução de um novo assunto. Já na estratégia laboratorial, o PhET irá atuar na redução de laboratórios, visto que a maioria das escolas brasileiras não dispõem deste ambiente e as que possuem, em muitos casos,

são laboratórios sem equipamentos qualificados e/ou uma equipe de apoio técnico, impossibilitando assim a realização de experimentos. (ARANTES, MIRANDA e STUDART, 2010)

Alunos de ensino médio são, para Makuch e Martins (2018), um público bastante aderente ao que o PhET consegue entregar, já que suas simulações se apresentam de forma dinâmica, com usabilidade intuitiva e aparência lúdica.

De acordo com os autores do *software*, em geral os alunos possuem dificuldades em aprender conceitos a partir da observação, e devem, portanto, interagir de forma ativa com a simulação. O envolvimento de forma autônoma leva a um aprendizado de melhor qualidade, permitindo a compreensão de fenômenos físicos com pouco tempo de observação e manipulação dos parâmetros disponibilizados pela simulação.

Uma possível forma de utilização das simulações disponibilizadas pelo PhET é no estudo das Leis de Newton, tópico de fundamental importância para o entendimento da Física no ensino básico.

METODOLOGIA

ASPECTOS ÉTICOS E PARTICIPANTES DA PESQUISA

A presente pesquisa foi devidamente cadastrada na Plataforma Brasil, tendo o seguinte número de Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE): 51825621.5.0000.5211 e analisada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade Integral Diferencial¹ (FACID), seguindo as resoluções do Conselho Nacional de Saúde, como a 196/96 e suas complementares, entre elas a 466/2012.

É importante salientar que o estudo só se iniciou após a aprovação do Comitê de Ética. Por serem alunos menores de idade,

¹ A pesquisa não foi analisada pelo comitê de Ética da instituição proponente, o IFPI, devido no momento em que foi registrada na Plataforma Brasil o comitê de Ética do IFPI estar temporariamente desativado, por isso a Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) fez encaminhamento da pesquisa para ser avaliada pelo comitê de Ética da FACID.

um dos responsáveis legais de cada discente autorizou a participação do mesmo por meio do documento Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), além do consentimento do representante legal, os próprios alunos foram indagados sobre o desejo de participar, ou não, da pesquisa pelo Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE), ambos documentos foram assinados em duas vias sendo que uma ficou com o participante e outra com o pesquisador responsável.

Os questionários tiveram questões abertas e fechadas, onde 29 alunos responderam, sendo 16 do 1º ano A e 13 do 1º ano. Os questionamentos foram respondidos de forma individual e sem nenhuma identificação para que suas identidades sejam preservadas, desta forma não ocorreu nenhum risco quanto a revelação dos participantes da pesquisa.

CAMPO DE ESTUDO E COLETA DAS INFORMAÇÕES

Este trabalho foi realizado no Centro Estadual de Tempo Integral (CETI) Nossa Senhora do Patrocínio, em turmas de 1º ano do Ensino Médio, localizada na cidade de Pio IX Piauí.

Os dados da pesquisa foram coletados, organizados e analisados para que apresentem de forma clara todos os resultados expostos nesta pesquisa, sem interferência do pesquisador, evitando assim sua influência em relação aos resultados a partir de questionários a serem respondidos pelos alunos da escola.

Este estudo é de caráter bibliográfico e de campo, utilizando o método qualitativo, sendo também de caráter descritivo. A realização da intervenção dessa pesquisa iniciou-se com uma chamada via Google Meet para dialogar com a diretora e a professora da disciplina de Física, expondo o que se pretendia pesquisar e como seria os procedimentos metodológicos, para assim, pedir autorização para realizar a pesquisa no referido local.

Após a permissão escolheu-se as turmas: 1º Anos A e B, vale destacar que em ambas classes, a matéria Física é lecionada pela mesma professora. Durante duas semanas ocorreram a explanação da

pesquisa, apresentação do TCLE e TALE e a observação em aulas com intuito de se familiarizar com as turmas, além de gerar entrosamento e confianças nos alunos.

Foi realizado remotamente uma aula em cada turma para abordagem do conteúdo: Leis de Newton. O assunto foi trabalhado usando os seguintes materiais produzidos pelo idealizador deste estudo: Slides e resumos. Entretanto na turma do 1º Ano A teve o acréscimo do PhET como ferramenta facilitadora no processo de ensino aprendizagem referente a temática citada.

A simulação Forças e Movimentos foi utilizada na abordagem da primeira Lei de Newton, com o intuito de despertar nos discentes do 1º ano A uma curiosidade acerca da mudança de configuração do movimento de um caixote em duas situações: quando a soma de suas forças for diferente de zero ou quando for nula.

Força e Movimentos: Noções Básica foi outra simulação do PhET utilizada na abordagem da primeira lei de Newton. A ideia era que os alunos, a partir do comportamento do estado do caixote, percebessem que um corpo estando em repouso sendo submetidos a ação de forças, tal qual, a somatória das forças é nula, o corpo permanecerá em repouso como descreve a primeira lei de Newton.

A simulação Forças e Movimentos: Noções Básicas dispõe inicialmente de um menu com quatro tipos de simulações (Cabo de Guerra, Movimento, Atrito e Aceleração) para abordar a segunda Lei de Newton, utilizou-se a opção aceleração, sendo realizado algumas experiências com formatos diferentes.

Inicialmente foi realizado simulações com o mesmo objeto alterando somente a força aplicada, mostrando assim a proporcionalidade da força resultante e da aceleração. Para explorar a inversão de proporcionalidade entre a massa e a aceleração, foi executada simulações que tinham o mesmo valor de força resultante modificando somente as massas, ou seja, diferenciando o tipo de objeto.

Para trabalhar a terceira lei de Newton, Ação e Reação, foi

escolhida a mesma simulação do PhET utilizado no estudo da primeira e da segunda lei: Forças e Movimentos: Noções Básicas, entretanto, a opção foi modificada para Atrito. Essa simulação foi utilizada na intervenção para que os discentes pudessem entender vetorialmente que as forças ação e reação são iguais em módulos e direção, porém opostas em sentido.

Após concluir a abordagem das três Leis, em cada turma, os alunos foram convidados a responderem os questionários que foram enviados no chat da chamada do Google Meet e não no grupo das respectivas turmas do aplicativo do WhatsApp, para evitar que os discentes que não participaram da aula respondessem os mesmos, interferindo na veracidade dos dados obtidos pela pesquisa.

Foi utilizado o Google Forms na aplicação dos questionários, os formulários foram divididos em seções, onde cada seção apresentava um interrogatório diferente, sendo que a primeira seção (Apêndice A) apresentavam questões abertas sobre as Leis de Newton. O formulário da turma do 1º Ano A, trazia uma seção a mais (Apêndice B), que visava compreender a interação dos discentes acerca do simulador trabalhado em aula.

TRATAMENTO DAS INFORMAÇÕES

Para a realização de análise dos dados coletados, utilizou-se o método descritivo. Após a conclusão das aulas e aplicações dos questionários, ocorreu a transcrição dos dados obtidos para as planilhas do programa Microsoft Excel (2010), priorizando os pontos mais importantes, com a intenção de entender a visão dos participantes da pesquisa acerca da problemática estudada e posteriormente, a construção dos gráficos pelo mesmo programa.

RESULTADO E DISCUSSÕES

ANÁLISE DOS RESULTADOS DA APRENDIZAGEM DAS TURMAS

O primeiro questionário (Apêndice A) buscava averiguar o nível de aprendizagem das duas turmas, as questões foram abertas, pois

segundo Sudman e Braudburn (1982), elas permitem ao respondente dar uma opinião completa, com todas as nuances possíveis, e se expressar em suas próprias palavras, se sentindo mais à vontade.

A primeira pergunta aberta tratava acerca da primeira Lei de Newton, e pode-se observar que boa parte dos alunos da turma do 1º Ano B confundiram o conceito da Lei da Inércia, como mostra a figura a seguir.

Figura 1 – Resposta de aluno X da turma de 1º Ano B sobre a Primeira Lei de Newton

<p>O que afirma o princípio da Inércia? *</p> <p>O princípio da inércia é o que diz a primeira lei de Newton, que todo corpo em repouso (ou em movimento retilíneo uniforme), tende a permanecer do mesmo jeito se não tiver nenhuma força agindo sobre esse corpo.</p>

Fonte: Arquivo do próprio autor.

Um corpo para continuar no seu estado de movimento retilíneo uniforme ou de repouso não necessariamente deve estar submetido a ausência de forças como afirmou o discente do 1º Ano B. O que irá implicar na mudança do estado de repouso ou movimento é a ação de uma força resultante diferente de zero.

Existe inúmeras situações onde um objeto está sofrendo a ação de forças e permanece na condição de repouso ou movimento. Por exemplo, numa situação de cabo de guerra, onde duas pessoas puxam um carrinho com intensidades de forças iguais e sentidos diferentes, nesse exemplo, embora o carrinho esteja submetido a ação de força ele perpetuará em repouso.

Os educandos do 1º Ano A, foram mais satisfeitos e completos nas suas respostas, como mostra a Figura Posterior.

Figura 2 – Resposta do aluno Y da turma de 1º Ano A sobre a Primeira Lei de Newton

O que afirma o princípio da Inércia? *

Afirma que todo corpo permanece em seu estado de repouso ou de movimento uniforme em linha reta ,a menos que seja obrigado a mudar seu estado por uma força impressa nele que altere a força resultante para diferente de zero.

Fonte: Arquivo do próprio autor.

Os alunos do 1º Ano A, no decorrer da aula por meio das simulações do PhET viram duas situações, uma onde um corpo permanece em estado de repouso e a outra em movimento retilíneo uniforme, em ambas situações o corpo está sofrendo atuação de forças, porém sua resultante era nula. Portanto, estas simulações trouxeram aos discentes desta turma uma melhor compreensão da Lei da Inércia. Por isso, eles foram mais satisfatórios nas suas respostas.

Na segunda Lei de Newton, os alunos também ficaram livres para expor suas respostas. Percebeu-se que os discentes fomentaram esta Lei com dois argumentos. Parte dos discentes descreveram a equação matemática, outra parcela abordou a proporcionalidade da aceleração com a força resultante e a inversão de proporcionalidade da aceleração com a massa do corpo.

Novamente houve uma divergência nas respostas, no tocante aos dois argumentos. A classe do 1º Ano A, como revela a Figura adiante, descreveu de forma mais concisa o Princípio Fundamental da Dinâmica.

Figura 3 – Resposta do aluno X da turma de 1º Ano A sobre a Segunda Lei de Newton

Comente sobre a segunda Lei de Newton *

A segunda lei de Newton, também conhecida como princípio fundamental da dinâmica, afirma que a força resultante que atua sobre um corpo é igual ao produto de sua massa pela aceleração. De acordo com ela, quando se sujeita um corpo à ação de uma força resultante não nula, esse corpo adquirirá uma aceleração na mesma direção e no mesmo sentido da força resultante.

Fonte: Arquivo do próprio autor.

Os educandos do 1º Ano B ao relataram sobre a segunda Lei de Newton, outras vez mostraram não ter absorvido o conteúdo de forma completa, apresentando conceitos errôneos e emaranhados sobres essa Lei. Tal descrição pode ser observada na Figura seguinte.

Figura 4 – Resposta do aluno X da turma de 1º Ano B sobre a Segunda Lei de Newton

Comente sobre a segunda Lei de Newton *

O princípio fundamental da dinâmica, se afunda na primeira lei onde Newton afirma que o movimento depende da força aplicada sobre o corpo, sendo assim, aplicadas duas forças sobre um corpo, resultara em um duplo movimento

Fonte: Arquivo do próprio autor.

Assim como ocorreu na primeira questão, os alunos do 1º Ano B, ao descreverem as duas primeiras Leis, não consideram um conjunto de forças que atua sobre um corpo, eles trataram como se essas Leis descrevessem apenas a atuação de uma força isolada. O Princípio Fundamental da Dinâmica afirma que a força resultante executada sobre um objeto é calculada realizando o produto entra a massa deste objeto e sua aceleração.

Outro ponto que os educandos dos 1º Ano B realizaram de forma errada, foi considerar a força como grandeza escalar. Esta falha de interpretação da grandeza força é notória na resposta do aluno X (Figura 4), ele afirma que duas forças atuando sobre um corpo resultará num duplo movimento. Não necessariamente isso ocorrerá, além da intensidade é preciso considerar a direção e o sentido de cada força para entender como irá se configurar o movimento resultante deste corpo.

A última questão tratava da Terceira Lei da Newton, onde os participantes da pesquisa novamente puderam expor seus pensamentos, só que agora em relação a Lei da Ação e Reação. As Figuras posteriores mostram algumas dessas respostas.

Figura 5 – Resposta do aluno X da turma de 1º Ano A sobre a Terceira Lei de Newton

A terceira Lei de Newton é também conhecida como Lei da Ação e Reação. O que fala esta Lei? *

A Terceira Lei de Newton (Princípio da Ação e Reação) diz que para toda força de ação existe uma força de reação que possui o mesmo módulo e direção, porém em sentido contrário. ... Ou seja, as forças de ação e reação apresentam a mesma intensidade e a mesma direção, porém o sentido é contrário.

Fonte: Arquivo do próprio autor.

Figura 6 – Resposta do aluno X da turma de 1º Ano B sobre a Terceira Lei de Newton

A terceira Lei de Newton é também conhecida como Lei da Ação e Reação. O que fala esta Lei? *

fala que para toda força de ação existe uma força de reação com as mesmas configurações.

Fonte: Arquivo do próprio autor.

Os alunos do 1º Ano B, apresentaram um conceito errôneo ou incompleto para a Terceira Lei de Newton. Alguns afirmaram que a força reação tem as mesmas igualdades da ação (Figura 6), porém este conceito não é válido, pois estas forças se diferem nos sentidos. Já outros discentes apenas mencionaram o fato de existir a força reação para a força ação, sem descrever as configurações destas forças, sendo assim, uma resposta incompleta.

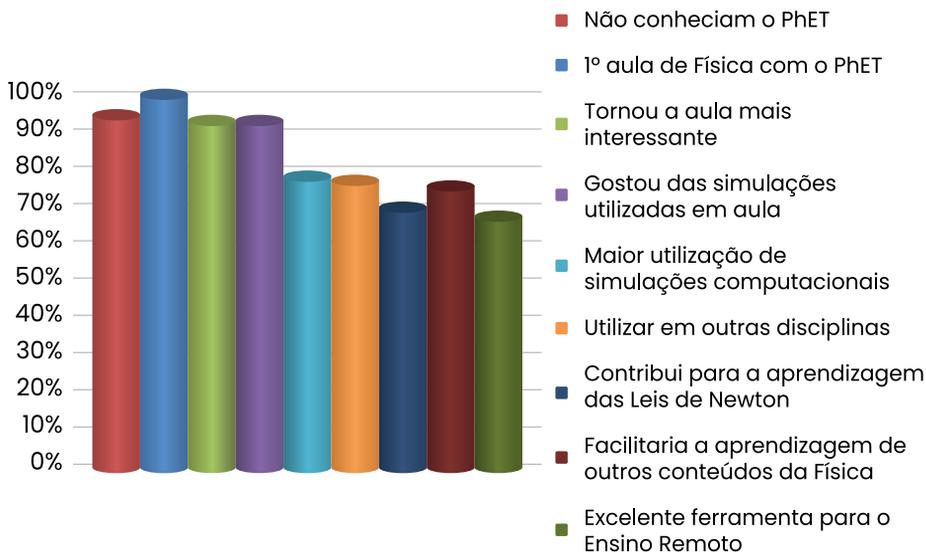
Com a utilização das simulações do PhET, os educandos do 1º Ano A puderam visualizar conceitos abstratos e complexos, como a atuação dos vetores em tempo real remetente a cada força. Este fato de tornar os vetores “visíveis” gerou uma maior aprendizagem sobre a Terceira Lei de Newton como é observado na Figura 5 (anteriormente).

ANÁLISE SOBRE O USO DO SIMULADOR PHET

O último questionário (apêndice B) realizado somente na turma do 1º Ano A visava entender a interatividade e visão dos discentes

acerca do simulador PhET. O questionário era composto por 9 questões. As respostas obtidas são apresentadas no gráfico a seguir.

Gráfico 10 – Respostas das questões de 1 a 9 do questionário C



Fonte: Arquivo do próprio autor

Ao analisar o gráfico percebe-se que mais de 90% dos alunos não conheciam o simulador e que foi a primeira participação de todos em uma aula de Física que o PhET estava sendo utilizado como ferramenta metodológica. Estes resultados mostram que muitas escolas fogem das recomendações dos PCNs, que orientam a utilização de tecnologias informatizadas para integrar o estudante ao mundo que circunda.

É importante perceber que mesmo sendo a primeira experiência dos estudantes com o PhET, as simulações do software agradaram e tornaram a aula interessante na visão de mais de 90% dos discentes da turma de 1º Ano A.

Pelo gráfico 10 pode-se perceber que um número de educandos superior a 80% da turma experimental desejaria que houvesse uma maior utilização de programas computacionais, como simulações, e que o PhET fosse utilizado em outras disciplinas além da Física.

Os alunos foram indagados sobre a contribuição das simulações para ensino e aprendizagem da Leis de Newton e se o simulador seria uma ferramenta de excelência para o ensino remoto. Em ambos quesitos (questões 7 e 9), 75% dos discentes afirmaram que sim. A pergunta 8 buscava saber se a colaboração do software se estendia a outros conteúdos da Física além do abordado nesta pesquisa. Novamente se obteve uma resposta positiva, onde 81% dos discentes acreditam na expansão da assistência ofertada pelo PhET.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa partiu da problemática: “Como o uso de simuladores computacionais no ensino de Física, o PhET, contribui de maneira significativa no processo de ensino e aprendizagem no ensino remoto?” E todo o trabalho baseou-se na expectativa de que a instrumentação e os resultados alcançados conseguissem cooperar com estudos que ressalta o uso dos simuladores no ensino de Física, sobretudo o PhET, e servir de orientação para os professores que pretendem utilizar essa ferramenta metodológica em suas aulas.

Por meio das respostas dadas as questões do primeiro questionário (Apêndice A), percebem-se que os alunos da turma experimental obtiveram uma melhor aprendizagem nas três Leis de Newton. Portanto, as simulações computacionais se apresentam como uma técnica favorável para o Ensino de Física, proporcionando aos alunos a oportunidade de compreender melhor os conceitos físicos.

Os discentes que participaram da aula que foi utilizado as simulações do PhET, aprovaram o software, afirmando que ele é uma excelente ferramenta metodológica para o ensino remoto, capaz de tornar a aula mais interessante e que seu uso deveria ser expandido em outras áreas da Física, e até mesmo a outras disciplinas.

Os resultados desta pesquisa mostraram-se satisfatórios para a incrementação do PhET no ensino de Física, estando assim, em consonância com a narrativa de diversos autores que defendem esta temática. Entretanto, a construção da aprendizagem por meio de simulações digitais como o PhET nos educandos, são fenômenos que exigem mais estudos teóricos, para oferecer aos docentes novas metodologias, abolindo assim, com o método tradicional de ensino.

REFERÊNCIAS

ARANTES, Alessandra R.; MIRANDA, Márcio S.; STUDART, N.. **Objetos de aprendizagem no ensino de física**. Física na Escola, v. 11, n. 1, 2010.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC, 1999.

COELHO, Rafael Otto. **O uso da informática no ensino de física de nível médio**. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2002.

HODGES, charles. *et al.* **The Difference Between Emergency Remote Teaching and Online Learning**. *Educause Review*. 27 mar. 2020. disponível em: <<https://er.educause.edu/articles/2020/3/the-difference-between-emergency-remote-teaching-and-online-learning>>. Acesso em 22 dez. 2021.

MOREIRA, Marco Antônio. **Teorias da aprendizagem**. São Paulo: EPU. 1999.

PIAUI. **DECRETO Nº 18.884, DE 16 DE MARÇO DE 2020**. Regulamenta a Lei nº 13.979, de 06 de fevereiro de 2020, para dispor no âmbito do Estado do Piauí, sobre as medidas de emergência de saúde pública de importância internacional e tendo em vista a classificação da situação mundial do novo coronavírus como pandemia, institui o Comitê de Gestão de Crise, e dá outras providências. Teresina, PI. 16 mar. 2020. Disponível em: <<https://www.pi.gov.br/wp-content/>

uploads/2020/03/Decreto-18.884-de-16-03-2020.pdf>. Acesso em: 21 dez. 2021.

SILVEIRA, Sidnei Renato *et al.* **O Papel dos licenciados em computação no apoio ao ensino remoto em tempos de isolamento social devido à pandemia da COVID-19.** Série Educar-Prática Docente, p. 35.

Soares, A. R. **Sobre a PhET.** 2013. Disponível em: <http://phet.colorado.edu/pt_BR/about>. Acesso em: 28/04/2021.

SOUZA, Gláucia Martins Ricardo *et al.* **Uso de simulações computacionais no ensino de conceitos de força e movimento no 9º ano do Ensino Fundamental.** 2015. 192p. Dissertação (Mestrado Profissional do Ensino de Física (MNPEF)). Universidade Federal Fluminense, 2015. Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/bitstream/1/4227/1/GI%C3%A1ucia%20Martins%20Ricardo%20Souza%20-%20Disserta%C3%A7%C3%A3o%20Final.pdf>. Acesso em 28/04/2021

VERAS, Ricardo Silva. **Simulações digitais com uso do phet para o ensino e aprendizagem de força e movimento.** 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Licenciatura em Física. Universidade do Estado do Amazonas. Manaus, 2018.

WIEMAN, C. E.; PERKINS, K. K.; ADAMS, W. K. **Oersted Medal Lecture 2007: Interactive simulations for teaching physics: What works, what doesn't, and why.** American Journal of Physics, v. 76, n. 4-5, p. 393-399. 2008.

APÊNDICES

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO 2: AVERIGUAÇÃO DA APRENDIZAGEM DOS DISCENTES SOBRE AS LEIS DE NEWTON

1. O que afirma o Princípio da Inércia?
2. Comente sobre a Segunda Lei de Newton.
3. A terceira Lei de Newton é também conhecida como Lei da Ação e Reação. O que fala esta Lei?

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO 3: POSICIONAMENTO DOS ALUNOS SOBRE AS SIMULAÇÕES DO PHET

1. Já conhecia o software livre PhET?
() Sim () Não
2. É a primeira vez que você participa de uma aula de física com a utilização do PhET?
() Sim () Não
3. Você considera que o simulador PhET tornou a aula mais interessante?
() Sim () Não () Talvez
4. Você gostou da utilização das simulações do PhET utilizadas durante a aula?
() Sim () Não () Talvez
5. Você gostaria que a utilização de programas de computador, como simuladores, fosse mais frequentes nas aulas?
() Sim () Não () Talvez
6. Você acha que as simulações do PhET deveriam ser utilizadas para o ensino e aprendizagem de outras disciplinas?
() Sim () Não () Talvez

7. O uso do PhET contribui para a compreensão e aprendizagem das Leis de Newton?
() Sim () Não () Talvez () Não Sei
8. Você acha que as simulações do PhET facilitariam a aprendizagem de outros conteúdos da ciência física.
() Sim () Não () Talvez () Não Sei
9. Você acha que o software PhET é uma excelente ferramenta metodológica para o ensino remoto?
() Sim () Não () Talvez () Não Sei

► Capítulo 5

A FÍSICA POR TRÁS DOS ESPORTES E A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL

*Ítalo Marcos de Lima
Clemilton da Silva Oliveira
Muriele da Silva Sousa*

INTRODUÇÃO

Há muito tempo que o ensino-aprendizagem no Brasil vem sendo questionado. Isso por que o ensino brasileiro infelizmente não avançou muito, mesmo após vários programas voltados a educação criados pelo governo, como PIBIC – JR (Programa Institucional de bolsas de Iniciação Científica), Mais Educação, entre outros. Atualmente uma das maiores dificuldades encontradas no ensino-aprendizagem de ciências, em especial a Física, está na dificuldade que os alunos têm em associar e contextualizar o que é visto em sala de aula com a sua vida cotidiana, tornando a física algo sem significado. Para o aluno, todas as equações e conceitos não passam de expressões matemáticas, os mesmos não conseguem entender que tais expressões descrevem fenômenos naturais e conseqüentemente o mundo a sua volta.

“A educação brasileira é marcada por um conjunto de deficiências e problemas, que estão a requerer urgentes mudanças, e em relação às ciências naturais o problema é ainda mais grave” (GONCALVES,1992. p. 2). Um dos motivos da falta de interesses dos alunos está relacionado

com a forma que os conteúdos, principalmente na área da Física, são abordados sendo esses ainda trabalhados em pleno século XXI de forma puramente mecânica, impossibilitando que o aluno enxergue sentido dentro deste corpo disciplinar.

Uma forma de mudar esta visão, está em ensinar a física através do cotidiano do aluno, buscando neste, o que Ausubel chama de subsunção ou ideia âncora, que são pontos de ancoragem (conhecimentos que o aluno já tem) para o conhecimento novo (conhecimentos que será adquirido) e dessa forma tornar a aprendizagem significativa, pois o novo conhecimento estará ligado a algo que o aluno já conhece ou vivência.

Nesse sentido na física há várias maneiras de se contextualizar com o cotidiano, pois se trata de uma ciência natural. Dentre essas possibilidades, umas das que mais estão inseridas na vida cotidiana do jovem brasileiro são as práticas esportivas, estas se fazem um excelente meio de análise, um verdadeiro laboratório de física, pois se trata de uma prática que envolvem vários movimentos.

Dessa forma, através dos esportes pode-se trabalhar toda mecânica newtoniana, desde conceitos básicos como o de movimento, velocidade, aceleração até conceitos mais gerais como de leis de Newton, conservação da energia e hidrostática. Logo, os esportes funcionam como ponto de ancoragem (subsunção) para o novo conhecimento, neste caso a física e de maneira mais específica a cinemática que será ancorada nos movimentos praticados pelos alunos através dos esportes.

Isto posto, o objetivo do trabalho é propor uma metodologia de ensino baseada na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, utilizando a interdisciplinaridade entre a física e o esporte, bem como investigar a eficácia desta metodologia em sala de aula com os alunos da Unidade Escolar Professor Mariano da Silva Neto em Francisco Santos - PI.

APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL

A aprendizagem significativa é o tema central da teoria de David P. Ausubel, essa forma de aprendizagem relaciona um novo conhecimento a um conhecimento já existente no cognitivo do aprendiz. O conhecimento prévio do aluno funciona como uma espécie de ponto de ancoragem enquanto o novo conhecimento vem a ser a ancora (Hornes, Gallera e Silva, 2009).

Quando existe de fato uma ligação entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio, para o teórico Ausubel houve uma aprendizagem significativa, e a esse ponto de ancoragem ele denomina subsunçor. Como exemplo de aprendizagem significativa, pode se pensar em uma aula de mecânica onde o conteúdo a ser abordado é a dinâmica e o conhecimento que os alunos tem é o de cinemática, algo que antecede a dinâmica esse conhecimento prévio vem a ser o ponto de ancoragem e conseqüentemente o subsunçor (Hornes, Gallera e Silva, 2009).

“O subsunçor pode ter maior ou menor estabilidade cognitiva, pode está mais ou menos, diferenciado, ou seja, mais ou menos elaborado em termos significativos. Contudo como o processo é interativo, quando serve de ideia-âncora para um novo conhecimento ele próprio se modifica adquirindo novos significados corroborando significados existentes” (Moreira,2010).

Para Ausubel quando o novo conhecimento não tem nenhuma ligação com um conhecimento prévio, ou seja, não existe subsunçores ele é dito mecânico. Dessa forma o aluno não consegue fazer uma ponte entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio, além de não conseguir relacionar o mesmo com o seu cotidiano, com isso o aluno não consegue vê sentido no que é ensinado.

Ainda hoje o ensino de física é ministrado de forma conteudista, onde os alunos têm que encarar um arsenal teórico ficando assim

a física resumida a fórmulas. Com isso o aprendizado se resume apenas a memorização que logo após as provas ficam o conhecimento esquecido (Moreira,2010).

A teoria da aprendizagem significativa tem basicamente três vantagens em relação a aprendizagem mecânica, a primeira delas é que o conhecimento que é adquirido fica retido e é lembrado por mais tempo, em segundo lugar se tem uma facilidade de aprender novos conteúdos mesmos que a informação original seja esquecida e por fim caso a informação original se perca a reaprendizagem se torna algo de fácil assimilação (Pelizzari *et al.*, 2002).

Desse modo a atividade esportiva pode funcionar como subsunçor para o ensino de mecânica, ou seja, os alunos possuem muito conhecimento sobre os movimentos praticados nos esportes, a partir disso pode-se ensinar a física por trás dos esportes.

FÍSICA POR TRÁS DOS ESPORTES

Segundo o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2015) cerca de 38,8 milhões de jovens que praticam esportes no Brasil, destes 15,3 milhões praticam o futebol. Sendo essa atividade esportiva a mais praticada pelos jovens, conseqüentemente é a que está mais presente no seu cotidiano.

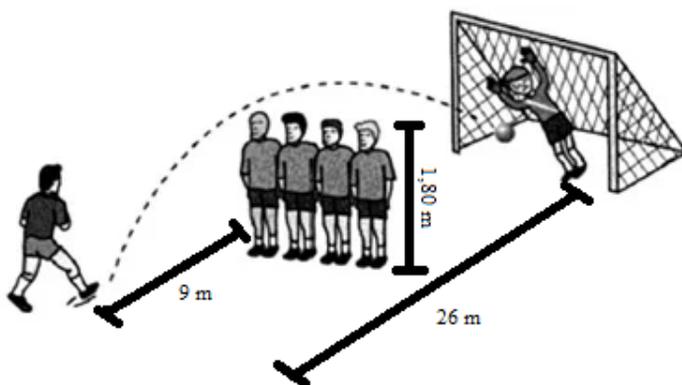
O futebol é um esporte que exige muitos movimentos, isso faz dessa atividade algo propício para o estudo de física principalmente no que tange a mecânica. Em uma partida de futebol quando o goleiro vai efetuar o tiro de meta a bola descreve uma trajetória parabólica segundo um referencial (observador) que pode ser um torcedor que se encontra na arquibancada. Essa trajetória ocorre por conta da ação da gravidade, e se dá em duas dimensões sendo uma ao longo do eixo x executando um movimento retilíneo e uniforme (MRU) e o outro no eixo y descrevendo um movimento uniformemente variado (MRUV). A seguir será discutida com mais detalhes a física presente em uma cobrança de falta em uma partida de futebol.

O aluno tem conhecimento sobre o futebol, o mesmo sabe que em

uma cobrança de falta o jogador deve introduzir um chute na bola de tal forma que a mesma atinja uma altura suficiente para passar a barreira e acertar o gol. Esse conjunto de conhecimento que o aluno tem vão servir de ponto de partida ou ancoragem para o estudo da física.

Fazendo a análise física para o caso em que o jogador cobrará uma falta com barreira (figura 1). Qual o menor ângulo que o jogador deve chutar a bola para fazer o gol? Considerando o sistema conservativo e que a altura mínima para a bola passar da barreira é de 1,81m e a velocidade inicial do chute é 33,4 m/s.

Figura 1 - Cobrança de falta no futebol de campo.



Fonte: <https://blogdoenem.com.br/funcao-polinomial-2o-grau-revisao-matematica-enem/> modificada pelo autor.

As equações para o movimento oblíquo são:

$$H = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} \text{ e } A = \frac{V_0^2 \sin 2\alpha}{g} \quad (\text{I e II})$$

Onde **H** corresponde à altura máxima e **A** o alcance máximo. Ao substituir os valores apresentados na equação I e observando a geometria do problema chega-se a um ângulo de $10,15^\circ$. Cabe ressaltar que para esse valor de ângulo a bola chegará ao gol próxima de uma altura que é chamada pelos narradores de futebol de “Gaveta” .

METODOLOGIA

A presente pesquisa foi realizada na turma do 1º ano do ensino médio da U. E Professor Mariano da Silva Neto, no município de Francisco Santos-PI, à 350 Km da capital Teresina. Cujo objetivo foi de avaliar o uso da metodologia para dar validade a proposta. Para tanto, aplicou-se dois questionários, A e B, sendo o questionário A constituído de 7 questões, destas 3 abertas e 4 fechadas, este teve como objetivo investigar os conhecimentos prévios dos alunos em relação a Física e o esporte e qual vínculo existentes entre eles, bem como qual afeição pelo estudo de Física. Enquanto o questionário B composto de 5 questões, sendo 2 abertas e 3 fechadas buscou avaliar se a metodologia utilizada contribuía ou não de forma significativa para a aprendizagem do aluno.

Dos 40 alunos que constitui a turma foram entrevistados 28 alunos, estes com uma faixa etária de 15 a 17 anos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir serão discutidos os resultados obtidos nos questionários que, buscaram em princípio, investigar os conhecimentos prévios dos alunos quanto aos esportes e sobre a relação entre a física e as atividades esportivas. Após a aplicação do primeiro questionário, que norteou entre outros, quais esportes os discentes mais praticavam, foi possível preparar as aulas de Física baseado nos esportes citados pelos alunos. Os conteúdos foram ministrados em 3 aulas e em seguida aplicado o segundo questionário que teve como objetivo descobrir o grau de aprendizado, bem como mostrar o quanto os alunos se motivam com a aplicação da interdisciplinaridade entre a física e o esporte.

1. ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO A

A cerca do primeiro questionário, os resultados convergiram para duas observações importantes. Estas estão apresentadas no gráfico 1 e 2. A primeira observação pode ser vista no gráfico 1 que mostra os dados referentes a 1º, 2º e 3ª questão, que demonstra que 85,7% dos

entrevistados gostam e praticam atividades esportivas, demonstrando assim que é algo que está de fato no cotidiano dos alunos. Logo esse pode servir como ponto de ancoragem para o ensino de física. Além disso o gráfico 1 ainda demonstra que dos 85,7% que praticam os esportes, 71,4% praticam o futebol mostrando que a realidade dos entrevistados não difere do gosto a nível nacional, segundo o IBGE (2015). Esta conclusão é possível em vista que segundo os dados todos aqueles que gostam também praticam alguma atividade esportiva, bem como todos os que não têm afinidade não são praticantes.

Gráfico 1 - O quanto os alunos gostam e quais esportes praticam.

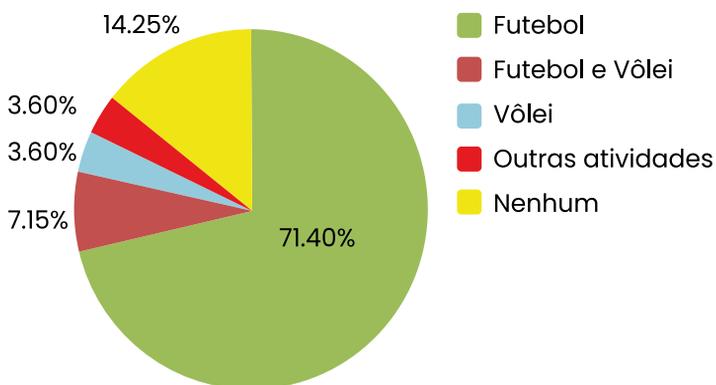
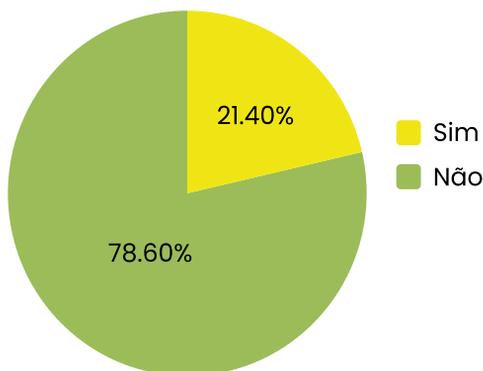


Gráfico 2 - Você consegue relacionar os conceitos de física com esporte?



A segunda observação refere-se aos alunos saberem ou não da relação existente entre a física e o esporte. O gráfico 2 com base na 5ª, 6ª e 7ª questão, mostra que 78,6% dos alunos não conseguem relacionar a física com os esportes, demonstrando que os mesmos de fato não vêm nenhuma relação da física com o seu cotidiano. Vale destacar que os 21,4% dos alunos que dizem que a física possui relação com o esporte não conseguiu mencionar essa relação.

A partir dos dados obtidos com o 4º questionamento e com base em discursões em sala de aula, foi possível verificar que os alunos não demonstram interesse pela física e quando questionado o porquê, os mesmos respondem que não entendem o motivo de se estudar essa disciplina, pois não veem utilidade no dia-dia. Esse relato demonstra o que diz Ausubel sobre a aprendizagem, não há como se ter aprendizagem verdadeiramente significativa, se os ensinamentos não tiverem sentido, ou seja, não estiverem ligados a algo que o discente conheça.

2. ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO B

Já o segundo questionário teve como objetivo verificar a validade da metodologia aplicada. Esse questionário foi aplicado após 03 aulas, e iniciou-se questionando se os alunos conseguiriam relacionar algum conteúdo de física com sua prática esportiva, nesse quesito os dados mostram que 68% dos alunos conseguiram responder e indicar alguma relação da física com o esporte. Os comentários de dois alunos são mostrados a baixo:

ALUNO 01: diz que *“utiliza as Leis de Newton como a ação e reação em uma jogada ou na cobrança de uma falta, onde a força aplicada na bola é a mesma força aplicada no pé do jogador”*.

ALUNO 02: menciona a *“cobrança de um pênalti, onde se utiliza do movimento bidimensional e que sabendo do ângulo é possível determinar que altura e onde a bola vai”*.

Esses dados demonstram a importância da metodologia utilizada, pois 68% dos estudantes conseguiram abstrair de modo significativo

os conceitos físicos, bem como relacionar com o cotidiano, neste caso, os esportes.

O gráfico 3 trata a respeito da satisfação que os discentes tiveram com essa metodologia (interdisciplinaridade entre a física e o esporte) em sala de aula. Nesse sentido os dados são satisfatórios, pois 82,2% aprovaram esse método de ensino. Além das respostas dadas, vale destacar que ao serem apresentados as aulas eram perceptíveis a curiosidade e a grande atenção dos alunos quando se fala de futebol, demonstrando um domínio dos mesmos pelo o que estava sendo explicado com o futebol, só não sabiam que isso vinha a ser conhecimentos físicos.

Gráfico 3 - Satisfação quanto a metodologia utilizada em sala de aula.

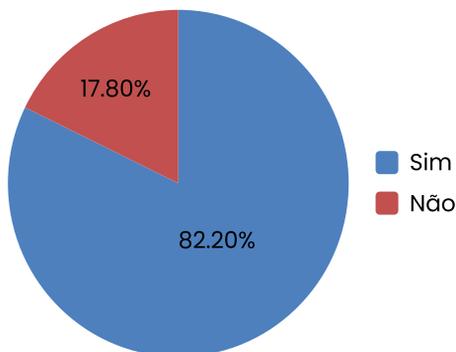
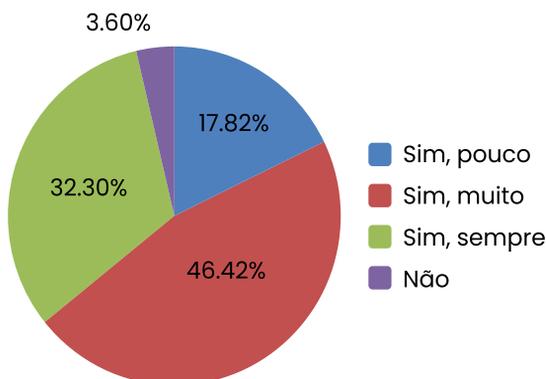


Gráfico 4 - Frequência com o método deve ser utilizado.



E por fim foi perguntado aos discentes se os professores deveriam utilizar essa forma de ensino e qual a frequência dessa utilização, o resultado segue no gráfico 4. A partir dos dados é notório que os alunos gostaram de ver a física com outros olhos, além da sala de aula, já que a maioria dos alunos optaram por essa metodologia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por conta das dificuldades encontradas no ensino de Ciências, de modo especial no ensino de física, se faz necessário desenvolver metodologias que auxiliem o ensino de ciências.

Dessa forma, com base nos dados obtidos na pesquisa conclui-se que a utilização da aprendizagem significativa de Ausubel, por meio da interdisciplinaridade entre a física e o esporte, se faz necessária, pois os dados mostram que mais de 50% dos alunos conseguiram associar e citar um conceito físico por trás de algum esporte. Embora esse método seja pouco utilizado, a metodologia proporcionou aos estudantes resultados satisfatório e significativo, onde mais de 50% dos alunos responderam que deveriam inserir mais em sala de aula esta ferramenta. Além disso, 82,2% mencionaram que essa metodologia é importante para o estudo da física, uma vez que dá significado a este corpo disciplinar.

REFERÊNCIAS

BRASIL, IBGE. **Censo Demográfico**, 2015. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/bibliotecacatalogo?view=detalhes&id=2100392>. Acesso em 30 de mai de 2018.

GONCALVES, C.L; PIMENTA, S.G. **Revedo o ensino de 2º grau: propondo a formação de professores**, 2 ed. São Paulo: Cortez, 1992.

HORNES, ANDRÉIA; GALLERA, JOSLEY MARIA BASSETO; SILVA, SANI DE CARVALHO RUTZ. **A aprendizagem significativa no ensino de física**. In: I Simpósio Nacional de Ensino de Ciências e Tecnologias, 2009, Ponta Grossa-PR.

MOREIRA, MARCO ANTONIO. **O que é afinal aprendizagem significativa**. 2010. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueeafinal.pdf>. Acesso em: 28 de mai de 2018.

PELIZZARI, ADRIANA. *et al.* **Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel**. Pec, Curitiba, v.2,n.1, p.39-42. Jul 2002.

APÊNDICES

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO SOBRE O USO DA INTERDISCIPLINARIDADE APLICADO À FÍSICA E O ESPORTE

1. Qual o nível sua afeição pelos esportes?
 - a) Gosto muito de esportes.
 - b) Gosto, mais não pratico-os.
 - c) Não gosto.

2. Você já teve algum contato com algum esporte?
 Sim Não.

3. Quais esportes já teve contato?

4. Você tem algum interesse pela física? Justifique?

5. Você consegue relacionar os conceitos de física com esporte?
 Sim Não

6. Você saberia mencionar a relação entre a física e o esporte?
 Sim Não

7. Cite um conceito e em qual momento ele é aplicado a um esporte, de preferência o que você já praticou.

APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO SOBRE O USO DA INTERDISCIPLINARIDADE APLICADO À FÍSICA E O ESPORTE

1. Você conseguiria demonstrar algum ou alguns conceitos mecânicos dentro do esporte? Se sim, cite-o.

2. Na sua opinião, essa metodologia contribuiu para o entendimento da disciplina de física? Por quê?

3. Essa metodologia contribuiu de alguma forma no entendimento do conteúdo de física? Se sim, quanto?

Sim, pouco Sim, muito Não

4. A aplicação desta metodologia melhora o aprendizado na disciplina de física?

Sim Não

5. Em sua opinião, o professor deveria utilizar essa prática? Se sim, com que frequência (Pouco, Muito, Sempre ou Nunca)?

Sim _____ Não

► **Capítulo 6**

PROPOSTA DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM AULAS SOBRE ASTRONOMIA MEDIADAS POR SIMULAÇÕES CRIADAS NO CELESTIA E NO STELLARIUM

*Genilson de Oliveira Souza
Marcos Antonio Tavares Lira*

INTRODUÇÃO

O ensino tradicional no ensino da Física, utilizado na maioria das escolas, valoriza o trabalho individual, o esforço, a disciplina e a concentração, contudo, não dar lugar para a comunicação, a troca de informação, o questionamento de dúvidas entre os alunos e, sobretudo, o significado e sentido dos conteúdos trabalhados. Desta forma, torna a disciplina entediante e pouca motivadora, criando um bloqueio na aprendizagem dos alunos. De acordo com Dias (2008), a Astronomia é considerada uma das primeiras ciências que o homem dominou e, devido ao seu elevado caráter interdisciplinar, está ligada com outras disciplinas (Física, Química, Biologia, História, Geografia, Educação Artística etc.). Dessa forma, os componentes curriculares da Astronomia podem proporcionar aos alunos uma visão menos fragmentada do conhecimento e se tornar agentes integradores de conhecimentos científicos.

Seguindo esta linha de raciocínio, pensamos em uma estratégia diferenciada e motivadora a fim de que haja a inserção do estudo da Astronomia no Ensino Médio, abordando os fenômenos físicos

discutidos nessa etapa da Educação Básica, existente na temática “Terra e Universo” (BRASIL, 2000). Na atualidade, dispomos de inovações de um mundo moderno e altamente tecnológico, que cada vez mais atraem os alunos, e percebendo as habilidades que os mesmos possuem nas interações do mundo online, precisamos buscar ferramentas que preparem os nossos docentes para a utilização das novas tecnologias atuais.

Nessa perspectiva, foi desenvolvida uma sequência didática (SD) com aulas interativas sobre temas da Astronomia, mediadas por simuladores computacionais de fenômenos astronômicos, alinhadas com a teoria de aprendizagem significativa de David Ausubel, no qual prioriza os conhecimentos que já existe no cognitivo do estudante e monitora o avanço dos conceitos científicos. Assim, atraído a atenção dos alunos para estudar os temas da Astronomia com a utilização das tecnologias que os mesmos utilizam cotidianamente e também fazendo a ancoragem de forma satisfatória desses conteúdos.

ENSINO E APRENDIZAGEM DA ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO

Com o avanço da tecnologia e de seus instrumentos, o estudo da astronomia serve para desenvolver outros campos da ciência e gerar avanços para a sociedade, como por exemplo: técnicas de comunicação por satélites, desenvolvimento da robótica, técnicas de processamentos de imagens, navegação náutica, entre tantos outros.

Visto os avanços tecnológicos citados anteriormente, o ensino de astronomia deveria ser mais trabalhado na educação básica, mas geralmente vem sendo ensinado apenas no 6ª ano por professores de Geografia sem formação específica em astronomia. Entendendo a necessidade urgente de melhoria do sistema educacional, na final da década de 1990, o Brasil iniciou uma reforma educacional com a promulgação da terceira Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional e elaboração dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental e para o Ensino Médio e recentemente com a implantação da Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2017),

contendo diretrizes para escolas e professores para implementar a reforma educacional.

A Astronomia é um grande atrativo aos discentes, por que envolve uma junção de conhecimentos da Física, Matemática e Química, tornando-se por isso um importante instrumento para despertar o interesse dos estudantes pela ciência. Além do mais, também se relaciona a outras áreas de conhecimento não-naturais, como a História, Filosofia e Antropologia. Seu estudo permite, portanto, desenvolver uma compreensão melhor não só do mundo natural, mas também do mundo humano. De acordo com Damineli e Steiner (2010), no Ensino Médio é possível utilizar o cosmo como um vasto laboratório de física no qual podemos observar fenômenos explicados pela cinemática, termodinâmica, relatividade e física nuclear. Assim, por meio da astronomia é viável demonstrar aos discentes que o método científico pode ser generalizado e utilizado mesmo para coisas e fenômenos que não podemos tocar ou presenciar. Na BNCC, o Ensino Médio está organizado em quatro áreas do conhecimento, conforme determina a LDB. A organização por áreas, como bem aponta o Parecer CNE/CP nº 11/2009,

“não exclui necessariamente as disciplinas, com suas especificidades e saberes próprios historicamente construídos, mas, sim, implica o fortalecimento das relações entre elas e a sua contextualização para apreensão e intervenção na realidade, requerendo trabalho conjugado e cooperativo dos seus professores no planejamento e na execução dos planos de ensino” (BRASIL, 2009).

Para garantir o desenvolvimento das competências específicas de área, a cada uma delas é estabelecido um conjunto de habilidades, que representa as aprendizagens essenciais a ser garantidas no âmbito da BNCC a todos os estudantes do Ensino Médio.

No Ensino Médio, a área de Ciências da Natureza e suas

Tecnologias, no qual está incluso o ensino da física, trata a investigação como forma de engajamento dos estudantes na aprendizagem de processos, práticas e procedimentos científicos e tecnológicos, e promove o domínio de linguagens específicas, o que permite aos estudantes analisar fenômenos e processos, utilizando modelos e fazendo previsões. Dessa maneira, possibilita aos estudantes ampliar sua compreensão sobre a vida, o nosso planeta e o universo, bem como sua capacidade de refletir, argumentar, propor soluções e enfrentar desafios pessoais e coletivos, locais e globais.

A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL DE ASTRONOMIA.

Para ocorrer o processo de ensino-aprendizagem em física e astronomia é muito importante considerar e explorar os conhecimentos prévios do estudante para relacionar-se com os novos conhecimentos adquiridos. Dessa forma, a utilização da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel foi muito importante para o desenvolvimento deste trabalho.

Segundo Moreira (1982), a ideia central dessa teoria é a aprendizagem significativa que se baseia em um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se, de maneira substantiva (não-literal) e não-arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, ou seja, os novos conhecimentos que se adquirem relacionam-se com o conhecimento prévio que o aluno possui, ora informal, incompleta, ora formal e até mesmo muito completa. No qual Ausubel define esses conhecimentos prévios como conceito subsunçor ou simplesmente subsunçor.

O subsunçor é de suma importância para que haja a aprendizagem significativa, pois serve de alicerce para novos conceitos e informações. Ausubel define que uma nova informação se relaciona com outra já existente na estrutura cognitiva do aluno, ancorando-se em conceitos relevantes, tornando-se significativo. A teoria de Ausubel foi alinhada ao presente trabalho pelo motivo que quando aplicada ao aluno, com

o suporte necessário, permitirá uma construção da aprendizagem de Astronomia, a partir do conhecimento prévio que ele possui.

TECNOLOGIAS DIGITAIS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TDIC) NO ENSINO E APRENDIZAGEM DA ASTRONOMIA

Para retirar os estudantes da condição de passivos e torná-los ativos na construção do conhecimento, vários autores defendem que uma das maneiras possíveis de realizar esse feito é justamente através das tecnologias digitais presentes atualmente no mundo. Tecnologias estas que, em geral, atraem o interesse dos alunos muito mais do que as aulas tradicionais, principalmente depois dos efeitos causados pela Pandemia de COVID-19, por exemplo, problemas emocionais que afetam o interesse dos estudantes pela vida academia e muitas vezes levando a evasão escolar. A importância das TDIC na educação, antes mesmos do ensino remoto proposto por todas as esferas de ensino, é a possibilidade de uma melhor aprendizagem por parte dos alunos e, um melhor ensino dos professores quando se recorre, por exemplo, ao computador, Internet e outros equipamentos tecnológicos.

Como afirma Moreira (2020), durante a pandemia de Covid-19, os smartphones e demais dispositivos móveis têm auxiliado os estudantes nessa nova modalidade de ensino.

A utilização de ambientes virtuais (AVA) já era comum no país e se intensificou ainda mais nesse período de quarentena. É viável que ferramentas como Moodle alojem diversas aulas pré-gravadas e disponibilizadas ao aluno, quando e onde ele quiser acessar. A ferramenta ainda conta com a utilização a partir de smartphones e demais dispositivos móveis. O professor consegue controlar acesso, lançar exercícios e provas através do sistema (MOREIRA *et al.* 2020, p. 6281)

Na BNCC, o foco passa a estar no reconhecimento das potencialidades das tecnologias digitais para a realização de uma

série de atividades relacionadas a todas as áreas do conhecimento, a diversas práticas sociais e ao mundo do trabalho. Destacamos as tecnologias e os softwares educativos, como por exemplo, simuladores, animações em Java e apresentação em PowerPoint, os quais podem ser reutilizados em vários ambientes de aprendizagem. Na atualidade podemos encontrar na rede mundial de computadores, vários softwares que são específicos para o ensino de astronomia, como por exemplo, o Celestia, o Stellarium, o Kstar dentre outros.

No caso específico da Astronomia e deste trabalho, foram utilizados o Celestia e o Stellarium. Estes recursos didáticos funcionam como um facilitador no processo de aprendizagem, podendo ser empregados no ensino presencial, no ensino remoto ou híbrido como apoio pedagógico para o professor e, ainda, sensibilizando alunos a diminuir as rotinas, aproximando o aluno de diferentes realidades do mundo, aumenta a interação e o desenvolvimento do pensamento crítico, fomentando a construção do conhecimento. Sendo assim, incorporar as tecnologias à prática pedagógica pode fazer a diferença.

METODOLOGIA

A metodologia de aplicação deste produto ocorreu em seis encontros. O primeiro encontro aconteceu uma explicação do que se trata a sequência didática tendo sido aplicado um questionário para colher dados dos conhecimentos prévios dos estudantes, no qual serviu de base para a metodologia aplicada nos encontros seguintes. Na sequência, foi realizado uma sequência de 4 encontros onde foram trabalhados conteúdos básicos de astronomia mediadas pelos simuladores. No último encontro, os discentes responderam a um questionário sobre os temas debatidos na sequência e uma avaliação sobre a metodologia aplicada.

Nas aulas ministradas na SD, tiveram o auxílio do *Power Point* para produção de slides e de programas computacionais de simulação de fenômenos astronômicos para uma melhor compreensão e apropriação dos conceitos científicos por parte dos alunos, no qual o

uso desses programas pode ser feito tanto no PC como no celular. No início dos encontros os estudantes foram confrontados com questões norteadoras para coletar informações de seus conhecimentos prévios e no decorrer foram propostas atividades de discussão de assuntos relevantes aos temas de astronomias apresentados. No Quadro 1, apresentamos um esboço dos encontros formativos/aulas e suas ações, datas e carga horária da pesquisa de campo.

Quadro 1 - Cronograma dos encontros formativos/aulas e suas ações

Encontros	Data	Encontros	Duração (aulas)
1º	20/10/2021	Apresentação da Sequência Didática e aplicação do Questionário Inicial (QI).	2 aulas (Presencial)
2º	22/10/2021	Atividade de identificação dos conhecimentos Prévios, aula expositiva, roda de conversa e simulações sobre História da astronomia, constelações e o movimento de rotação da terra.	3 aulas (Presencial)
3º	27/10/2021	Aula expositiva, roda de conversa e simulações sobre as características e os efeitos do movimento de translação da terra e os eclipses lunar e solar.	3 aulas (Presencial)
4º	29/10/2021	Comentários sobre os fenômenos físicos presente no Filme “Gravidade”, Aula expositiva, roda de conversa e simulações sobre os efeitos da gravidade nos corpos celestes, o movimento das marés e a face oculta da Lua.	3 aulas (Presencial)
5º	03/11/2021	Aula expositiva, roda de conversa e simulações sobre os o sistema solar e sua formação, as leis do movimento planetário, comparação entre os planetas e o estudo do Sol.	3 aulas (Presencial)
6º	10/11/2021	Encerramento dos encontros e Aplicação do Questionário Final (QF).	2 aulas (Presencial)

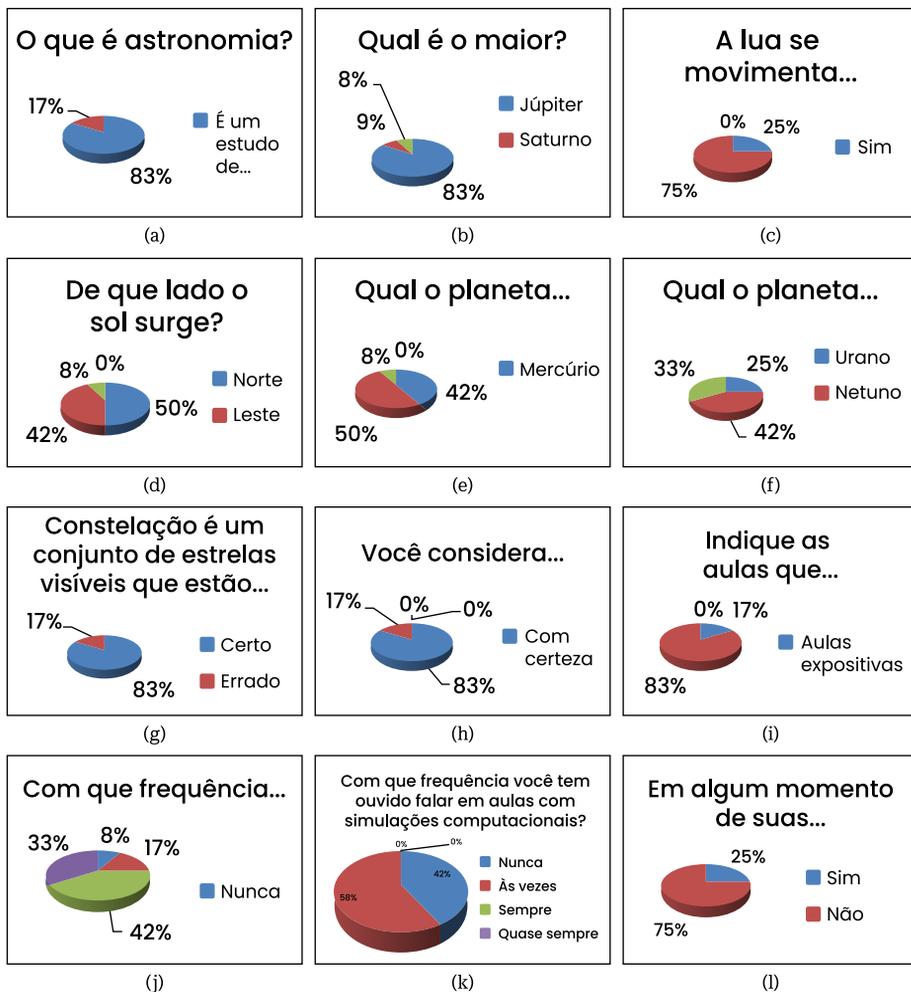
DESCRIÇÃO DA APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.

Nessa seção, será feita uma análise dos encontros do produto educacional desenvolvido em sala de aula bem como dos dados estatísticos levantados durante a aplicação deste produto desenvolvido na turma compostas de 24 alunos voluntários das três series do Ensino Médio da escola Maria Isaías de Jesus, situada no município de Domingos Mourão-PI.

ENCONTRO 1

No primeiro momento desse encontro, foi apresentada em slides a proposta da sequência didática, a justificativa e os objetivos que desejamos chegar ao fim da aplicação do produto. Nos 10 minutos finais, deixamos em aberto um espaço de tempo para questionamentos dos estudantes em pontos que os mesmos não tinham entendido. No segundo momento, aplicamos um questionário de averiguação dos conhecimentos prévios dos alunos e suas opiniões a respeito do tema trabalhado, utilizamos questões básicas de conteúdos de astronomia que estão presente no currículo de Física. O resultado da coleta de dados foi exposto em gráficos de setores expostos na figura 1.

Figura 1 - Resultados do questionário inicial sobre conhecimentos básicos de astronomia e TDICs.



Fonte: Autoria Própria.

A partir dos resultados obtidos nessa primeira parte do teste, observamos que os alunos já possuem um pouco de noção sobre os conceitos, pois já tiveram aula sobre o assunto no ensino fundamental, contudo falta coerência na compreensão dos conceitos,

principalmente aos que envolvem conteúdos específicos de Física. Assim, demonstrando que os estudantes necessitam de uma abordagem pedagógica mais aprofundada desses conteúdos.

Já analisando as questões finais, que fala sobre as TDIC, percebemos que a maioria desconhece ou fica confuso quando perguntado sobre a utilização de simuladores computacionais em sala de aula, assegurando que não tivera contato com esses simuladores computacionais na sua formação estudantil. Mostrando uma evidência da escassez de metodologias inovadoras voltadas para o ramo da tecnologia no processo de ensino aprendizagem no qual o aluno está incluso.

ENCONTRO 2

Para iniciar o encontro, foram avaliados os conhecimentos prévios, onde os estudantes foram confrontados com perguntas relativas ao tema proposto. Após esses questionamentos, inserimos alguns tópicos da astronomia na vivência relatada pelo estudante no debate. No segundo momento, foi realizada uma atividade referente às constelações, no qual cada estudante escreveu no quadro alguma constelação que eles conhecem ou que acredite que existe. Com essa atividade observamos que os estudantes conhecem um número limitado de constelações se restringindo as constelações do zodíaco. Na sequência aprofundamos o conceito, explicando que constelação é a formação de conjuntos de estrelas ligadas por linhas imaginárias usadas para representar objetos, animais, criaturas mitológicas ou deuses no céu noturno. No final desse momento, utilizamos o Stellarium no computador com o auxílio do Datashow para simular as principais constelações conhecidas pela humanidade e as que os alunos citaram na atividade, pedimos que todo fizesse a simulação no celular para juntos analisássemos as estrelas que compõem cada conjunto e pudéssemos verificar se há algum asterismo em comum presente nas constelações ao mesmo tempo.

Para o último momento, abrimos o Stellarium e fizemos uma

simulação alterando o tempo de uma em uma hora até completar um ciclo de 24 horas. No final do procedimento, fizemos alguns questionamentos a respeito do conteúdo, deixamos que os alunos compartilhassem suas opiniões sobre as perguntas em forma de debate sem responder e apenas estimulá-los a pensar sobre o tema. Com essas indagações, foi visto que os alunos mais tímidos até aquele momento começaram a interagir e expor suas opiniões.

Após a discussão, comentamos com ajuda de figuras projetadas no Datashow e do programa de simulação Celestia, que a Terra não está parada no universo, ela se move de duas formas diferentes e um dos movimentos que ela faz, no qual ela gira em torno dela mesma, faz com que enquanto uma parte dela está sendo iluminada pelo Sol, a outra não está. Esse movimento, portanto, dá origem aos dias e às noites. No fim, fizemos um questionamento perguntando qual o outro movimento que a Terra executa, além do de rotação, e deixamos que os alunos levantem hipóteses. Logo em seguida, finalizamos a aula sem dá respostas, pois essas questões farão uma ligação com o próximo encontro.

ENCONTRO 3

O processo de ensino iniciou resgatando os conhecimentos prévios que os estudantes possuem através de perguntas sobre os movimentos da terra e os eclipses. Os alunos refletiram sobre as perguntas e relataram suas percepções acerca dos questionamentos. Deixamos que eles compartilhassem suas opiniões sobre o tema e foram levantadas algumas explicações. Surgiram explicações como “O movimento da terra que tem duração de um ano é o movimento que a terra faz ao redor do Sol, esse movimento é o de translação”. Nesse momento foi observado que os discentes sabem definir os movimentos que a terra executa. Entretanto, essa foi a única pergunta debatida entre os alunos, evidenciando que falta conhecimento aos alunos sobre os temas dos outros questionamentos. Em seguida, utilizando como ponto de ancoragem as explicações feitas pelos alunos no

início da aula e os questionamentos que não foram debatidos, foi apresentado um slide explicativo sobre o tema, relatando de forma científica como ocorrem os movimentos da Terra e da Lua, as suas fases da lua, os eclipses e comentando sobre a forma orbital elíptica da Lua. Durante a aula, fizemos uma simulação mediada pelo Stellarium para demonstrar e investigar as fases da lua e os eclipses Lunar e Solar, assim melhorando a assimilação do conteúdo.

Por fim, solicitamos ao aluno que utilizasse o simulador Celestia para manifestar a órbita da Lua durante o movimento que ela faz ao redor do Sol, junto com a Terra. Através dessa atividade os estudantes puderam inferir a periodicidade dos eclipses e observar o alinhamento dos corpos quando ocorre um eclipse lunar ou solar. Após uma pausa no encontro, proponhamos um diálogo para que os alunos pudesse compartilhar o que aprenderam no cotidiano e ao longo da sua vida acadêmica sobre as estações do ano. Incitando as reflexões através das perguntas: Quais as estações do ano? Como elas ocorrem? Elas têm relação com mudanças no clima? Há diferença de percurso do Sol ao longo do ano?

A primeira pergunta foi respondida de forma correta e com facilidade pelos alunos, na segunda houve uma resposta de que as estações aconteciam por causa do movimento da terra ao redor do Sol, mas sem se aprofundar no assunto. No terceiro questionamento, afirmaram que o verão é quando o clima está quente, o inverno é quando está frio, a primavera é quando aparecem as flores e o outono é quando caem as folhas. No último questionamento, os alunos afirmam terem percebido que durante o ano o Sol muda de posição. Considerando-se essas respostas, concluímos que o pouco de conhecimento científico que os alunos possuem sobre o tema, foi adquirido no ensino fundamental, pois apresentaram respostas comuns nessa etapa de ensino, sendo o senso comum predominante.

Na sequência, abordamos as teorias da ocorrência das estações do ano pelo movimento de translação, apresentamos os conceitos destas teorias de uma forma expositiva com a utilização de slide

explicativo do conteúdo em questão. Através dessa aula e por meio de uma simulação do movimento da terra no Celestia, os alunos analisaram o papel da inclinação do eixo de rotação da Terra e a translação ao redor do Sol na ocorrência das estações do ano.

ENCONTRO 4

O primeiro momento teve como objetivo entender como funciona a lei da gravitação universal e como ele age nos corpos. Iniciamos lançando questões norteadoras que estimulem o interesse e identifiquem os conhecimentos prévios dos estudantes relacionados ao tema proposto. Depois de levantar esses questionamentos, deixamos que os alunos compartilhem suas opiniões sobre as perguntas em forma de debate. Após a discussão, utilizando o Datashow e uma caixa amplificadora de som, realizamos uma seção de cinema com o filme Gravidade, durante o filme foi percebido a interação entre os alunos fazendo comentários dos fenômenos físicos que ocorriam no filme. Após o filme, projetamos em slide o conteúdo com o tema estabelecido. Em seguida, perguntamos para os alunos quais fenômenos Físicos ocorrem no mesmo. Eles responderam lembrando cenas do filme para explicar o fenômeno. Em seguida, realizamos uma simulação no Celestia do movimento de rotação e translação indagando como acontecem esses movimentos e onde a força da gravidade está envolvida.

Após uma breve pausa, iniciamos com um questionamento da causa do fenômeno de movimento das marés, desta forma, permitindo que houvesse uma reflexão e uma discursão entre os alunos. Logo em sequência, ministramos uma aula expositiva abordando esse fenômeno, apresentando a definição de como ocorrem às marés alta e baixa. Para uma melhor compreensão de como ficam as posições dos astros nas marés cheia e baixa, utilizamos uma simulação no programa Celestia para demonstrar esse fenômeno. No final da simulação, surgiu um questionamento de um aluno sobre o que acontecia com as marés quando o sol, a lua e a terra se alinhavam, sendo prontamente

respondida. Vale ressaltar que participações como essa, destacam o interesse e a curiosidade do discente pelo tema.

Para o final do encontro, iniciamos o terceiro momento apresentando a imagem da lua no simulador Stellarium e solicitamos a reflexão da turma resgatando os conhecimentos prévios referentes ao tema trabalhado que eles possuem através de um questionamento relacionados ao tema. Pedindo para que os alunos refletissem sobre a pergunta e relatasse suas percepções acerca dos questionamentos. Deixamos que os alunos compartilhassem suas opiniões sobre o tema e levantassem possíveis explicações. No decorrer do tempo reservado para essa etapa, percebemos que a maioria achava que a Lua estava em repouso e quem realizava os movimentos para acontecer o dia e a noite era a terra e isso era uma explicação do porque só víamos uma face da Lua. Após esse período de reflexão e averiguação dos subsunçores presentes na estrutura cognitiva dos alunos, fizemos uma explicação desse fenômeno em um slide. Para uma melhor investigação e ancoragem dos conhecimentos relacionados ao tema sobre a face da lua que fica visível para nós, pedimos que os alunos realizassem uma simulação no aplicativo Stellarium para observação desse fenômeno.

ENCONTRO 5

Antes de apresentar o conteúdo a ser estudado no encontro, apresentamos questões norteadoras que estimulem o interesse e a curiosidade, e ao mesmo tempo identificando os conhecimentos prévios dos estudantes relacionados ao tema proposto. Depois de levantarmos esses questionamentos, os alunos compartilhem suas opiniões sobre as perguntas em forma de debate. No fim da discussão, percebemos mais uma vez que os estudantes possuem um conhecimento científico superficial, não sabendo explicar alguns questionamentos básicos sobre o tema, assim utilizamos os subsunçores que os alunos possuem em uma explicação com ajuda de slides, sobre a formação do sistema solar e as características

de todos os planetas que fazem parte do sistema solar. Para uma melhor compreensão do que foi explanado, pedimos que os alunos utilizassem o Stellarium para verificar o formato e as características visíveis enquanto ocorria a explicação.

Na sequência fizemos uma explicação expositiva sobre as Leis de Kepler para o movimento planetário. Deixamos alguns minutos para discussão e socialização das ideias apresentadas, a turma foi conduzida a relembrar as características dos planetas do sistema solar que viram na aula ou durante a vida acadêmica. Cada educando teve a oportunidade de acrescentar alguma das características e das Leis de Kepler que pesquisou ou aprendeu durante a aula. E como resultado, tivemos uma grande participação dos estudantes, assim evidenciando uma aquisição de conhecimento sobre o tema.

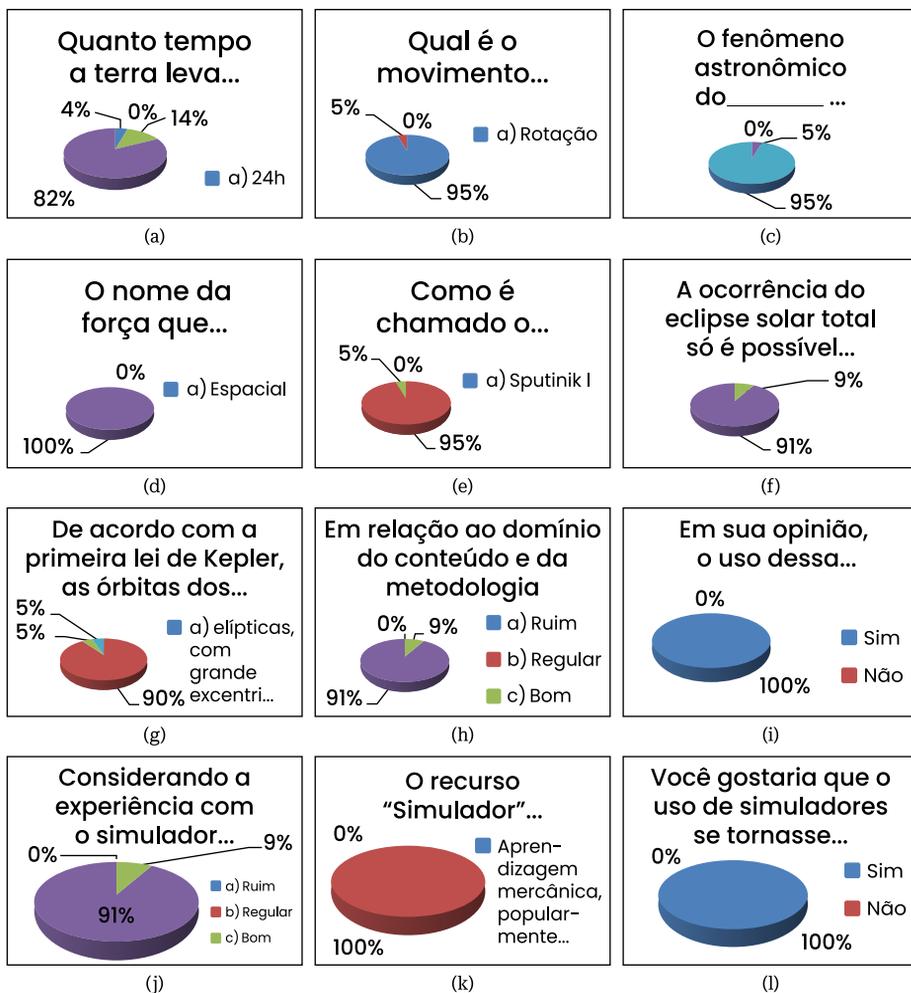
Para este momento, revelamos as respostas, como forma de feedback, pelo ponto de vista científico das questões norteadoras feitas aos alunos no início do encontro. Assim assegurando uma consciência aos estudantes sobre o que e como está aprendendo e também como melhorar sua aprendizagem ao longo do processo. Para o último momento desse encontro, trabalhamos a contextualização das características do Sol, explanando que é a estrela central do nosso sistema e ela representa a razão da nossa existência. Inicialmente, fizemos uma apresentação do conteúdo a ser estudado no encontro, nessa apresentação despertamos o interesse e a curiosidade pelo tema, apresentando uma questão norteadora que estimulou esse interesse e para que pudéssemos identificar os conhecimentos prévios dos estudantes relacionados ao tema proposto. Foi questionado que características e composições podem ser feitas quanto ao sol. Durante o momento de reflexão, instigamos os alunos com questionamentos sobre a composição, as proporções, a superfície, e outros tópicos que sejam pertinentes acerca do Sol. Entretanto, as únicas respostas que obtivemos foi que o sol era composto de gás hélio e que era o maior corpo do sistema solar, possuindo muita gravidade. Após esse momento, com ajuda dos conhecimentos prévios que os alunos

já possuíam e os que não conseguiram explicar, solicitamos que fizessem uma busca do Sol em uma simulação no Stellarium, nessa simulação foi pedido que os alunos explanassem em sala de aula quais as características do Sol que apareciam na simulação.

ENCONTRO 6

No primeiro momento deste encontro, foi feito o *feedback* das ações realizadas durante a aplicação da sequência didática com apresentação de fotos e de respostas dadas pelos alunos para perguntas que apareceram no decorrer dos encontros, reservamos um tempo para que os estudantes façam uma auto avaliação da sua evolução nos temas abordados. Para finalizar, aplicamos um questionário final para verificar e analisar os conhecimentos existentes na estrutura cognitiva dos alunos sobre os conceitos de astronomia depois da aplicação do objeto educacional, nesse mesmo questionário foi colocada perguntas para os participantes avaliarem a metodologia do professor pesquisador e o produto educacional. O resultado da coleta de dados foi exposto em gráficos de setores.

Figura 2 - Resultados do questionário final sobre os conhecimentos básicos de astronomia e as TDIC.



Fonte: Autoria Própria.

Ao fim da análise feita nessa primeira parte do questionário final, é possível perceber uma nítida mudança na concepção dos estudantes quando se compara as respostas do questionário inicial com as do questionário final. No questionário inicial e durante a

aplicação do sequencia didática, a concepção prévia da maioria dos estudantes seguia o senso comum, entretanto, no questionário final, a maioria das respostas dos estudantes era coerente com o conhecimento científico. Podemos verificar uma aproximação da visão das Leis do Universo do aluno com a fornecida pela Ciência. Evidenciando uma Aprendizagem Significativa, podemos perceber, a partir dos resultados apresentados na análise, que os subsunçores dos alunos ficaram mais diferenciados, com maior definição detalhada de suas características.

Nesta primeira parte o questionário possuía questões que falavam dos movimentos da terra, no qual antes da aplicação da sequência didática e levando em consideração os conhecimentos prévios mostrados antes e durante o processo de aplicação, apenas alguns alunos responderiam de forma correta, mas após a aplicação da SD, pode ser observado que o número de alunos se elevou para próximo de 100%. O questionário também continha questões que necessitavam de uma maior reflexão e de uma maior gama de conhecimento científico adquirido, questões que envolviam conteúdos presentes no currículo do ensino médio na disciplina de Física, no qual os alunos teriam muita dificuldade em resolvê-las antes da aplicação da SD. Contudo na análise do questionário final podemos ver que a maioria respondeu de forma satisfatória, com um percentual acima de 90% dos alunos, assim, demonstrando que os estudantes obtiveram um domínio dos conteúdos relacionado à Astronomia e à Física.

Além das questões sobre o conteúdo de astronomia, também utilizamos perguntas a respeito das TDIC utilizadas durante o processo e uma avaliação do Produto educacional e da metodologia do professor pesquisador. De um modo geral, observamos claramente que a metodologia desenvolvida pelo professor pesquisador durante a aplicação do produto educacional teve uma aprovação bem satisfatória entre os estudantes. Visto que além 100% dos estudantes avaliarem como ótimo ou bom, ainda afirmaram que a metodologia

ajudou a compreender os fenômenos físicos debatidos em sala.

Nos três últimos gráficos, no qual se referem à utilização do simulador em sala de aula, podemos perceber que todos os estudantes (100%) consideram importante o uso do computador para ter uma aprendizagem significativa e gostariam que o uso se tornasse frequente em sala de aula. Acreditamos que essa aceitação é devido às aulas se tornarem mais dinâmicas, atrativas e significativas com a utilização do simulador, possibilitando o aprendizado com elementos concretos e proporcionando a evidência dos fenômenos físicos abordados nas aulas.

A comprovação desses dados está nas demonstrações que os alunos apresentavam durante a aplicação da sequência didática. Após as aulas expositivas dos conteúdos nos encontros, era proposto que todos realizassem simulações com os simuladores computacionais definidos pelo produto educacional. Os alunos se demonstraram empolgados com uma aula inovadora. Entretanto, não perceberam, à primeira vista, que teriam uma interação diferente com os fenômenos físicos que foram explanados em sala de aula. Após a primeira experiência, os alunos passaram a demonstrar uma motivação aguçada e interesse em buscar na simulação respostas de um raciocínio não formalizado nos encontros seguintes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho apresentamos a elaboração de uma sequência didática para a introdução dos conteúdos básicos de Astronomia para o ensino médio na disciplina de Física. A SD explora a observação e a interação dos alunos com imagens, vídeos e simulações, onde é constituída de questões norteadoras que levaram os alunos a responder e a discutirem sobre tópicos importantes relacionados ao tema. Através dessas perguntas objetivou-se levantar e organizar o conhecimento prévio dos estudantes, buscando entender o que o estudante já conhecia do assunto que iríamos trabalhar, e dessa forma adequarmos o tema proposto à sua realidade, aproximando

e transformando o seu conhecimento para o mais próximo do conhecimento científico, conforme preconizada pela Teoria de Aprendizado Significativo de Ausubel.

Levando-se em conta o que foi observado durante as aulas, no questionário final e as opiniões dos alunos expostas no final da SD, evidenciamos que através da aplicação concomitante dos simuladores virtuais houve uma melhora significativa de desempenho dos alunos e também uma aprovação significativa pela metodologia aplicada nos encontros. Pudemos perceber nas aulas expositivas que os alunos muitas vezes não conseguiam entender a relação entre as leis físicas com o fenômeno astronômico, contudo, após visualizarem os fenômenos pelo simulador, conseguiram compreender essa associação. Mesmo assim, verificamos que as aulas tradicionais planejadas com coerência, pode de forma efetiva resultar em bons resultados, e com a implementação através da inserção de novas metodologias como vídeos, experimentos práticos e simuladores computacionais pode se obter resultados ainda mais satisfatórios.

Logo, os resultados obtidos após a aplicação da SD mostraram que a metodologia no qual utiliza os simuladores foi bem aceita pelos alunos, conforme atestaram o questionário final, onde os mesmos gostariam que se tornasse frequente o uso de simuladores nas aulas de físicas, em virtude da sua relevância ao ensino e aprendizagem.

De acordo com o que foi apresentado na seção de análise e discussão dos resultados nesta dissertação, podemos afirmar que houve uma aprendizagem significativa, por parte dos estudantes, de vários conceitos e noções relativas ao tema “Terra e Universo” e, conseqüentemente, tiveram o desenvolvimento de competências e aquisição de habilidades para resolver demandas da vida cotidiana dentro da área de Ciências da Natureza ao que se refere à astronomia, alinhada a BNCC, atual instrumento norteador da educação no Brasil.

Portanto, em vista dos argumentos e dos resultados apresentados, acreditamos que o produto educacional atende os objetivos propostos e pode ser considerado um instrumento de ensino

potencialmente significativo na área Ciências da Natureza e suas Tecnologias, principalmente nas aulas de Física, uma vez que motiva a participação do aluno e inseri os tópicos da astronomia no ensino de Física, conseqüentemente refletindo com resultados positivos na aquisição de conhecimento ao final da aplicação da SD. Vale ainda destacar que durante a aplicação do produto educacional foi possível mapear os conhecimentos prévios dos alunos identificando as suas deficiências e assim podendo encontrar a melhor maneira de se aplicar as ferramentas tecnológicas propostas nesse trabalho.

REFERÊNCIAS

ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS. **O ensino de ciências e a educação básica: propostas para superar a crise.** Rio de Janeiro: ABC, 2007.

AUSUBEL, D.P., NOVAK, J.D. and HANESIAN, H. **psicologia educativa: um ponto de vista cognoscitivo.** (2' ed) Nova York, Holt, Rinehart and Winston, 1978. 733 p.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção do Conhecimento:** uma perspectiva cognitiva. Barcelona: Paidós, 2002. p. 25-48.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Comum Nacional Curricular.** Brasília, MEC Brasil, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho nacional de educação. **CNE/CP Nº: 11/2009.** Brasília, MEC Brasil, 2009.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais:** Ensino Médio. Parte III: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEF, 2000.

DAMINELI, Augusto; STEINER, João. **Fascínio do Universo.** São Paulo: Odysseus Editora, 2010.

DIAS, C. A. C. M.; RITA, J. R. S. Inserção da Astronomia como disciplina no currículo do Ensino Médio. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia-RELEA.** n. 6, p. 55-65, 2008. Disponível em: <https://istardb.org/1472/1/121-435-1-PB.pdf>. Acesso em: 3 abr. 2020.

MOREIRA, Maria Eduarda Souza *et al.* **Metodologias e tecnologias para educação em tempos de pandemia COVID-19.** Brazilian Journal of Health Review, Curitiba, v. 3, n. 3, p. 6281-6290 maio./ jun. 2020.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. A. F., **Aprendizagem Significativa: a teoria de David Ausubel.** São Paulo: Moraes, 1982. v. 1.

MOREIRA, M. A. **Uma análise crítica do ensino de Física,** 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ea/v32n94/0103-4014-ea-32-94-00073.pdf>. Acesso em: 3 abr. 2020.

► **Capítulo 7**

FÍSICA E COTIDIANO: O TRÂNSITO URBANO E O ENSINO DAS LEIS DE NEWTON NO PRIMEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO.

*Regivania da Silva Gonçalves
Haroldo Reis Alves de Macêdo*

INTRODUÇÃO

Quando se pensa ou se ouve a palavra Educação, normalmente se cria a imagem de um professor(a) como o dono de todo o conhecimento, com o seu giz ou pincel na mão diante de um quadro, ensinando conteúdos que serão reproduzidos por seus alunos. Mas na verdade o trabalho docente nos dias atuais tem a missão de romper os paradigmas do ensino tradicional e formar cidadãos críticos e reflexivos sobre a realidade que o cerca. Assim, o docente deve atuar de modo que possa promover a apropriação de saberes, procedimentos, atitudes e valores por parte dos alunos.

O educando é fruto do trabalho de um educador e de suas experiências, portanto o professor não pode ser um mero executor de saberes e fazeres, ele deve exercer suas funções e articular teoria/prática em relação ao aluno, à escola, à sua profissão e à sociedade, de tal modo que venha a atuar enquanto pessoa e profissional da educação em prol da formação contínua e adequada de si próprio e dos sujeitos sociais ao quais lhe foram atribuídas as funções de educá-los.

É na convivência em sala de aula, que o professor de Física percebe a maior possibilidade do educando em compreender os conceitos físicos quando estes são apresentados de forma significativa, principalmente se tais contextos estiverem diretamente ligados à sua própria realidade.

A forma como se tem trabalhado a disciplina de Física, vem ao longo dos anos trazendo uma ideia de que a mesma é um conjunto de fórmulas, leis e regras para serem decoradas, dificultando assim sua aplicabilidade. Os estudantes limitam-se apenas em decorar e consequentemente não utilizam os conceitos Físicos em seu cotidiano. A fim de dar mais sentido à Física do Ensino Médio é necessário trabalha-la junto ao dia a dia dos alunos, tornando o seu aprendizado mais prazeroso e significativo.

A dificuldade no aprendizado de Física, pode estar relacionado à maneira em que a mesma é apresentada nas escolas, na qual parte significativa dos docentes, por falta de tempo, já que são somente duas ou três aulas semanais ou até mesmo de conhecimento (por muitas vezes serem formados em outras áreas), não consegue despertar nos discentes o interesse em saber mais do que uma simples teoria resumida, dando a impressão de que a Física é uma ciência chata ou um “bicho de sete cabeças” e não algo que está no nosso cotidiano e de “simples” aprendizado, como por exemplo, andar, correr que são fenômenos explicados pela Mecânica, mostrando assim, que não se resume apenas em cálculos e fórmulas.

São inúmeras as maneiras de ensinar e aprender Física, em situações do dia a dia, por exemplo, no trânsito, na prática de esportes, na mudança de cor das folhas que caem das árvores, o almoço de todos os dias, no uso da tecnologia *touch screen*, entre outros eventos cotidianos.

A grande disparidade do Ensino Básico no Brasil faz com que cada estado da federação organize o currículo de maneira própria, havendo discrepâncias, evidenciadas pelos resultados dos exames nacionais (Prova Brasil e Exame Nacional do Ensino Médio) e

internacionais (como Pisa), além da desorganização no currículo ocasionar evasão nos anos finais do Ensino Básico (BASTISTA; SOUZA; OLIVEIRA, 2009).

Krasilchik (2000) cita que as inúmeras reformas feitas no ensino no Brasil, foram influenciadas por contextos históricos e culturais, e por influência mundial e governamental própria.

No cotidiano do trânsito e em situações onde há acidentes percebe-se uma grande quantidade de conhecimentos físicos possíveis de serem abordados em sala de aula. Considerando esta realidade, acredita-se ser relevante ensinar a Física aplicando-a ao trânsito como meio facilitador, e a partir de então colaborar para um ensino contextualizado. Assim, utilizando o cotidiano no trânsito como facilitador de aprendizagem das 3 leis de Newton colabora-se para uma aprendizagem de vida no trânsito e na sociedade em geral.

O objetivo deste artigo é propor uma metodologia complementar para o ensino de Física que permita estabelecer relações com o cotidiano dos discentes motivando-os para a aprendizagem e ajudando-os na identificação da Física no seu cotidiano através de situações no trânsito.

O ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO

O ensino de Física nas escolas públicas do Brasil inicia-se no fundamental dois, mas é somente no Ensino Médio que a mesma passa a ser um “problema” para os alguns alunos, visto que, é neste período que o Ensino da mesma começa a ser mais aprofundado, iniciando com alguns cálculos.

No processo de Ensino é muito importante a contextualização dos conteúdos, pois facilita a aprendizagem, desde os anos iniciais até o ensino médio, prioritariamente no ensino médio, uma vez que proporciona aos educandos uma visão de acontecimentos em sua realidade, sendo também uma metodologia que facilita a compreensão tanto nesta etapa escolar como em outras.

São encontrados conceitos físicos, que possuem um grau

de abstração no qual os alunos do Ensino Médio em geral não conseguiram atingir. O Diretório Central dos Estudantes (PARANÁ, 2008) orienta que o professor necessita planejar e controlar o trabalho pedagógico de maneira consciente, priorizando a aprendizagem e a contextualização do conhecimento científico entre os alunos.

A educação oferecida por instituições públicas e privadas carecem ser sinônimas de qualidade desde os primeiros anos do ensino fundamental até os anos finais das demais etapas de ensino, sendo ao mesmo tempo um instrumento que sinaliza a construção da humanização, realidade, formação do cidadão tomando um sujeito, histórico crítico e criativos.

De acordo com Delors (2018):

Um dos maiores desafios para a educação é a transmissão, de forma maciça e eficaz, da informação e da comunicação adaptadas à civilização cognitiva (pois estas são as bases das competências do futuro). Simultaneamente, compete ao ensino encontrar e ressaltar as referências que impeçam as pessoas de ficarem ilhadas pelo número de informações, mais ou menos efêmeras, que invadem os espaços públicos e privados. Assim como, orientar os educandos para projetos de desenvolvimento individuais e coletivos. Geralmente, o ensino se apoia apenas em um dos pilares: aprender a conhecer, e em menor escala, no aprender a fazer. Os outros dois pilares ou são negligenciados, ou são subentendidos como prolongamentos naturais dos dois primeiros.

A Delors (2012) entende ensino estruturado a fim de que a educação surja como uma experiência global a ser concretizada ao longo de toda a vida, tanto no plano cognitivo quanto no prático.

APRENDER A CONHECER

Essa forma de aprendizagem deve ser encarada como um meio

e uma finalidade da vida humana. Concomitante ela visa não tanto à aquisição de uma seleção de saberes codificados, mas antes, o domínio dos próprios instrumentos de compreensão.

Como o conhecimento humano é múltiplo evolui infinitamente, torna-se cada vez mais inútil tentar conhecer tudo. No entanto, a especialização (até para os futuros pesquisadores) não deve excluir a cultura geral. Esta cultura geral é entendida como uma abertura para outras linguagens e a outros conhecimentos. Fechado em sua própria ciência, o especialista corre o risco de se desinteressar pelo que fazem os outros. A formação cultural implica na abertura a outros campos de conhecimento e, assim, pode operar fecundas sinergias entre as disciplinas (DELORS, Jacques, 2012).

Aprender para conhecer pressupõe, antes de tudo, aprender a aprender, exercitando a atenção, a memória e o pensamento. O exercício da memória é um antídoto necessário contra a submersão pelas informações instantâneas difundidas pelos meios de comunicação social, já que, somos sobrecarregados de conhecimentos superficial e de consumo imediato. Também, se devem combinar, tanto no ensino como na pesquisa, dois métodos muitas vezes apresentados como antagônicos: o dedutivo e o indutivo. Dependendo da disciplina ensinada, um método terá mais destaque do que o outro, no entanto, o encadeamento de ambos se faz necessário (UNESCO, 2012).

APRENDER A FAZER

Aprender a conhecer e aprender a fazer estão, em parâmetros, pertencentes. Todavia, a segunda aprendizagem está mais propriamente ligada à questão da formação profissional.

Nas sociedades assalariadas que se desenvolvem a partir do modelo industrial ao longo do século XX, a substituição do trabalho humano pelas máquinas tornou cada vez mais imaterial e acentuou o caráter cognitivo das tarefas. Aprender a fazer não deve limitar o ensino apenas a uma tarefa material bem definida. (DELORS, 2018)

APRENDER A VIVER JUNTOS, APRENDER A VIVER COM OS OUTROS

Esta aprendizagem, sem dúvida, representa um dos maiores desafios da atualidade. O mundo atual está repleto de violência, em oposição à esperança que alguns têm no progresso da humanidade. Sobre isto, Delors (2012) nos orienta:

É de se louvar a ideia de ensinar a não violência na escola, mesmo que apenas constitua um instrumento, entre outros, para se combater os preconceitos geradores de conflitos. A tarefa é árdua porque, naturalmente, os seres humanos têm a tendência de supervalorizar as suas qualidades e as do grupo a que pertencem, e a alimentar preconceitos em relação aos outros. Por outro lado, o clima geral de concorrência que atualmente caracteriza a atividade econômica no interior de cada país e, sobretudo no nível internacional, tende a dar prioridade ao espírito de composição e ao sucesso individual. De fato, essa competição resulta, na atualidade, em uma guerra econômica implacável e em uma tensão entre os mais e os menos favorecidos, que divide os países do mundo e exacerba as rivalidades históricas. É de se lamentar que a educação contribua, por vezes, para alimentar esse clima, devido a uma má interpretação da ideia de emulação (DELORS, 2012 p. 79).

APRENDER A SER

Hamze (2004) em seu artigo “O Professor e o Mundo Contemporâneo” considera que, os novos tempos exigem um padrão educacional que esteja voltado para o desenvolvimento de um conjunto de competências e de habilidades essenciais, a fim de que os alunos possam fundamentalmente compreender e refletir sobre a realidade, participando e agindo no contexto de uma sociedade comprometida com o futuro. (HAMZE, A., 2004)

“Mais do que nunca a educação parece ter como papel essencial, conferir a todos os seres humanos a liberdade de pensamento, o discernimento, os sentimentos e a imaginação de que necessitam para desenvolver os seus talentos e permanecerem, tanto quanto possível, donos de seus próprios destinos” (p. 81).

Na escola, a arte e a poesia deveriam ocupar um lugar mais importante do que aquele lhes é concedido, em muitos países, por uma espécie de ensino tomado mais utilitarista do que cultural. Além disso, a preocupação em desenvolver a imaginação e a criatividade deveria também revalorizar a cultura oral e os conhecimentos retirados da experiência da criança e do adulto.

(...)

Esse desenvolvimento do ser humano, que se realiza desde o nascimento até a morte, é um processo dialético que começa pelo conhecimento de si mesmo para se abrir, em seguida, à relação com o outro. Nesse sentido, a educação é, antes de mais nada, uma viagem interior, cujas etapas correspondem à da maturação contínua da personalidade (DELORS, 2012 p. 82)

Na sociedade da informação, a escola deve servir de bússola para navegar nesse mar do conhecimento, superando a visão utilitarista de só oferecer informações “úteis” para a competitividade, para obter resultados. Deve oferecer uma formação geral na direção de uma educação integral. O que significa servir de bússola? Significa orientar criticamente, sobretudo as crianças e jovens, na busca de uma informação que os faça crescer e não embrutecer (GADOTTI, M., 2000).

IMPORTÂNCIA DA CONTEXTUALIZAÇÃO DO COTIDIANO NO ENSINO DA FÍSICA

A curiosidade tem benefício intelectual e proporciona ao

aluno a capacidade de interpor, questionar, averiguar o fenômeno e como benefício social passar a associar a existência do fenômeno no cotidiano. Em outras palavras, deve-se despertar no cidadão o seu “ser” em prol do “vir a ser”, tendo em vista que no mundo mercadológico a aprendizagem nem sempre é sinônima de algo prazerosa, e que a maior parte do dia os discentes estão inseridos no interior das instituições de ensino, sendo para tanto, necessário o uso de uma variedade de recursos metodológicos e de ambientes adequados ao processo de ensino aprendizagem em suas inúmeras possibilidades, rompendo com o paradigma do ensino tradicional, que fazia uso apenas de livros e cadernos, tornando as aulas exaustivas, cansativas e sem rendimento.

É levando em consideração este novo contexto que o ensino da Física deve ser inserido, sendo necessário então que os conhecimentos apresentados em sala de aula sejam relevantes e aplicados na vida dos cidadãos (no seu cotidiano), de modo que estes os capacitem a participar de tomada de decisões sobre os diversos assuntos existentes que apresentam cunhos científicos e tecnológicos, além de propiciar o desenvolvimento de autonomia, sejam de Ensino Fundamental ou Médio.

Segundo Chassot (2003, p. 91) a Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) está baseada em uma educação com maior comprometimento com a sociedade, e por essa razão é muito importante se entender ciência como “uma linguagem”. Assim, ser alfabetizado cientificamente é saber ler a linguagem em que está escrita a natureza. “É um analfabetizado científico aquele incapaz de uma leitura do universo”.

As estratégias metodológicas de ensino referem-se aos meios utilizados pelos docentes na articulação do processo de ensino aos discentes, de acordo com cada atividade que será apresentada e com os resultados esperados pelo mesmo.

[...]as estratégias de ensino visam à consecução de objetivos, portanto, há que ter clareza sobre onde se pretende chegar

naquele momento com o processo de ensino-aprendizagem. Por isso, os objetivos que norteiam devem estar claros para os sujeitos envolvidos (professores e alunos) e estejam presentes no contrato didático, registrado no Programa de Aprendizagem correspondente ao módulo, fase, curso, etc. (ANASTASIOU; ALVES 2004, p. 71).

Na BNCC a contextualização é apresentada como o processo de compreensão e intervenção dos alunos para o meio em que vivem, influenciando nas transformações de uma dada realidade (BRASIL, 2016).

Ensinar e estudar conceitos e fenômenos físicos aplicados ao trânsito está de acordo com proposta das Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio (BRASIL, 2012), ao propor um ensino contextualizado, de maneira a dar significância ao aprendizado do estudante. Em um acidente de trânsito a Física atua de diversas maneiras, dependendo da velocidade do veículo o estrago pode ser bem maior, situações como estas podem ser utilizadas como exemplos aplicados no ensino das leis de Newton.

Newton ao criar cálculos matemáticos para explicar os movimentos dos corpos celestes ao redor do sol deu origem aos princípios da Física que explicam as três leis do movimento, declarando o princípio da inércia, explicando que um corpo em repouso permanece em repouso e um corpo em movimento retilíneo e uniforme permanece em movimento com velocidade constante até que uma força externa aja sobre ele. A sua segunda lei define taxa de variação da quantidade de movimento, e a terceira lei sustenta que, para cada ação, há uma reação igual em direção e intensidade e contrária em sentido (AXELROD, 2005).

“Tornar o trânsito mais humano requer motivação na perspectiva educativa que refletirá na motivação da escola, da família e de todo o espaço do trânsito, estendendo a interdisciplinaridade a muito além da alfabetização e do Ensino Fundamental e Médio, ou seja, na

dimensão do ser humano de forma totalitária, atingindo-o no que ele tem de mais importante: cidadania, ética e respeito, que são elementos organizadores de uma instituição social” (MARTINS, 2007, p.106).

Os seres humanos estão sempre em constante aprendizado, pois a cada dia vão adquirindo novos conhecimentos e novos saberes a escola entra com seu papel ao criar situações dentro do ensino formal para reprodução de modelos, normas, ideias e parâmetros a serem atingidos dentro de uma sociedade mais cidadã (NISKIER, 2001).

Utilizar o trânsito como meio facilitador da aprendizagem, além de ser uma metodologia que contribui como o ensino, educa os alunos para a vida no trânsito e na sociedade em geral. Observa-se assim que todas as leis de Newton são aplicáveis no contexto do trânsito, de forma a melhorar o ensinamento e pode também a ajudar a reduzir número de vítimas no trânsito.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA - PROPOSTA

A metodologia usada pelo docente em sala de aula é de fundamental importância, é essa sintonia entre professor, conteúdo e aluno interfere diretamente no produto que se quer produzir em seus educandos.

Faz-se necessário e de suma importância contextualizar os conhecimentos transmitido em sala de aula com o vivenciado pelos discentes, de forma que se contextualize e se enquadre no contexto social e cotidiano do alunado, pois em diferentes vezes é apresentado aos mesmos conteúdos, onde os mesmos não se conseguem compreender a significação dos fenômenos apresentados.

A sequência didática é um conjunto de atividades que são ligadas entre si, planejadas passo a passo para ensinar um conteúdo. As mesmas são organizadas de acordo com os objetivos que o professor almeja alcançar, estas envolvem atividades de aprendizagem e de avaliação que auxiliam o professor no processo de ensino e também ao aluno no processo de aprendizagem.

Levando em consideração os aspectos acima, propõe-se uma

sequência de atividades complementares para o desenvolvimento do ensino de física no primeiro ano do Ensino Médio. As atividades deverão ocorrer de acordo com o tempo e as aulas disponíveis.

Introdutoriamente na Etapa 1 o professor deve apresentar um vídeo que relata sobre a vida e obra de Isaac Newton, cujo material informativo se encontra disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=JOfs6K4sFac&t=55s>, a sua duração é de 44 minutos e 10 segundos, para que o vídeo não se torne muito enfadonho e cansativo, o professor poderá fazer intervalos durante o mesmo e levantar pontos de análise.

Logo após a apresentação do documentário o professor, deve fazer questionamentos sobre o que foi assistindo. Sobre quem foi o Isaac Newton, quais foram suas obras, quais foram as suas contribuições para as ciências, quais foram as leis descritas pelo mesmo. De forma a indagar o discente e fazê-los refletir sobre quem foi Isaac Newton. Levando sempre em consideração os conhecimentos prévios que os estudantes já possuem.

A parte introdutória da sequência didática mostra ao professor o conhecimento prévio dos alunos acerca do assunto abordado e será a base para as etapas seguintes. As atividades devem ocorrer conforme o tempo e aulas disponíveis, não podendo, porém, extrapolar o período máximo de dois meses. Logo após a breve introdução com o documentário e os questionamentos, o professor na Etapa 2 deverá ministrar o conteúdo das três Leis de Newton por meio de um estudo dirigido com aula expositiva e dialogada.

Nesta etapa, o professor deverá ministrar uma aula contextualizada no cotidiano dos seus discentes, o material a ser utilizado poderá ser o próprio livro adotado pela instituição de ensino, caso os façam em seu conteúdo menção com o cotidiano no trânsito. Para complementar a aula, o professor deverá acessar o material didático disponível em <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/leis-newton.htm>.

A primeira e a terceira Lei devem ser trabalhadas antes da

segunda, já que está requer um maior raciocínio do aluno o docente deve expor de forma dinamizada a Lei da Inércia e a Lei da Ação e Reação em seguida deverá mostrar a segunda lei e as suas aplicações, de forma que todos os discentes possam acompanhar e compreender o conteúdo. Após a explanação do conteúdo feita pelo professor, o mesmo deverá subdividir a turma em 3 grupos, e cada grupo ficará responsável por um tópico sendo um tópico sobre cada Lei, o professor terá que instigar e questionar o aluno sobre o conteúdo já ministrado.

Com a conclusão da etapa 2, inicia-se a Etapa 3, onde o professor deverá mais uma vez dividir a turma em três grupos um para cada lei, desta vez a atividade será experimental.

No apêndice deste artigo consta um roteiro experimental, que deverá ser seguido pelos alunos. O professor em sala de aula deve instruí-los, orientá-los e organizá-los em grupos, com o auxílio do roteiro. A atividade 3 objetiva familiarizar os alunos de forma prática com o conteúdo já então ministrado, todos os materiais a serem utilizados são de fácil acesso. Depois o docente deverá instigá-los sobre o que aprenderam com a realização do experimento.

Para a quarta etapa o professor deverá instigar e questionar os seus alunos sobre as Leis de Newton no trânsito, inicialmente o professor deve analisar os conhecimentos prévios já trazidos. Primeiro questionamento: Você sabia que é possível aprender as 3 Leis de Newton quando as mesmas estão relacionadas com o trânsito? Segundo questionamento: Como você imagina a primeira Lei atuando em um veículo? Terceiro questionamento: Se possível, dê um exemplo de cada Lei atuando em veículo?

Em seguida o professor deverá apresentar através de vídeos três situações no trânsito onde as leis estejam atuando. Os vídeos estão disponíveis em:

Primeira Lei Newton -

www.youtube.com/watch?v=d7iYZPp2zYY

Segunda Lei Newton -

https://www.youtube.com/watch?v=bXfCrTY_8cs

Terceira Lei Newton -

<https://www.youtube.com/watch?v=KnV0g7kqdlc>

Questionamentos acerca dos vídeos devem ser feitos como por exemplo: O que lhe chamou a atenção nesses vídeos? Identifique onde e como atuam as Leis de Newton em cada vídeo, e em seguida faça um breve comentário acerca de cada um.

O objetivo ao mostrar estes vídeos é chamar a atenção dos discentes para situações no trânsito onde pode-se encontrar aspectos físicos, após a apresentação dos vídeos o professor deverá direcionar questionamentos aos seus alunos.

Os questionamentos realizados devem apresentar-se de forma que possa instigar o pensar crítico-reflexivo dos seus discentes para que eles possam deixar de ser passivos na construção da aprendizagem e tornar-se ativos.

A 5ª quinta etapa traz como objetivo mostrar para os alunos que de fato é possível aprender o conteúdo das Leis de Newton quando as mesmas estão relacionadas com o trânsito. E que a partir da assimilação com os seus cotidianos as mesmas passarão a ter mais significância em suas vidas.

O professor-mediador do conhecimento deverá apresentar “hipoteticamente” três situações no interior de um veículo para que o mesmo possa analisar e através desta certificar-se a presença da Física naquela situação.

SITUAÇÕES PROPOSTAS:

1 - O carro mantém-se em uma velocidade constante igual a 40 km/h, e então é submetido a uma curva lateral. O que acontece com o corpo que está no interior do veículo?

2 - Imagine um carro em uma rodovia com velocidade constante a 100 km/h. Ao decorrer da viagem o motorista deste veículo se depara com um animal na BR, então a força que ele sofrerá para desacelerar o carro deverá ser bem maior, do que se ele estivesse a uma velocidade

menor, como por exemplo a 40 km/h. Por que isso ocorre?

3 - O cinto pré-tensionador é um cinto que pressiona o ocupante do veículo ao extremo de forma a lhe proteger, evitando uma reação maior em casos de acidentes. Diante este fato, imagine um o veículo com um ocupante utilizando este tipo de cinto, e este sofra um grave acidente. Explique com as suas palavras como a terceira Lei de Newton age nesta ocasião.

É importante que durante as atividades os alunos possam perceber a importância da Física na sua vida, que a partir de então a mesma possa a ter mais significado e sentido no seu cotidiano.

A 6ª e última etapa consiste em uma pequena feira de ciência relacionadas as Leis de Newton no trânsito na própria sala de aula. Os alunos deverão em grupo construir 3 maquetes, cada grupo deverá pensar uma situação no trânsito em que as Leis de Newton estejam envolvida e em seguida reproduzir, e apresentá-las para o professor e para os demais colegas.

O professor deve instruir seus alunos sempre que necessário. Como fim das apresentações o docente deve montar uma mesa redonda para socializar tudo que se trabalhou durante as seis etapas, e o mesmo deverá questionar os seus alunos sobre as contribuições que os mesmos acreditam ter adquirido com o ensino da disciplina, se a forma utilizada ao decorrer das etapas foi de fácil entendimento a todos, e que os mesmos possam criticar ou avaliar o método trabalhado.

REFERÊNCIAS

AXELROD, Alan. **Ciência a Jato**. Rio de Janeiro:Record, 2005.

ANASTASIOU, Léa das Graças Camargos; ALVES, Leonir Pessate. Estratégias de ensinagem. In: ANASTASIOU, Léa das Graças Camargos; ALVES, Leonir Pessate. (Orgs.). **Processos de ensinagem na universidade**. Pressupostos para as estratégias de trabalho em aula. 3. ed. Joinville: Univille, 2004. p. 67-100.

BATISTA, S.D.; SOUZA, A. M.; OLIVEIRA, J. M. S. A Evasão Escolar no Ensino Médio: Um Estudo de Caso. **Revista Profissão Docente**, Uberaba, v.9, n.19, 2009.

BRASIL. Ministério da Educação. **Secretaria da Educação Básica**. Texto preliminar da BNCC. 2016.

_____, **Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Resolução Nº 2, de 30 de janeiro 2012. Disponível em: <http://pactoensinomedio.mec.gov.br/images/pdf/resolucao_ceb_002_30012012.pdf>

CASTRO, A. H. **O professor e o mundo contemporâneo**. Jornal O Diário Barretos, opinião aberta, 08 jul 2004.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**. n.22Jan/Fev/Mar/Abr 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbedu/n22/n22a09.pdf>.

DELORS, Jacques (org.). **Educação um tesouro a descobrir – Relatório para a Unesco da Comissão Internacional sobre Educação para o Século XXI**. Editora Cortez, 7ª edição, 2012.

DELORS, Jacques. **Os quatro pilares da Educação**. Online. 03. ed. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento., Março 2018. Disponível em: <https://sites.google.com/site/novosmodosdeconhecer/os-quatro-pilares-da-educacao---jacques-delors>. Acesso em: 27 jan. 2023.

GADOTTI, M. **Perspectivas atuais da educação**. Porto Alegre: Ed. Artes Médicas, 2000.

KRASILCHIK, M. Reformas e realidades o caso do ensino das ciências. **São Paulo em perspectiva**, São Paulo, n. 14, p. 85-93, 2000.

MARTINS, João Pedro. **A Educação de Trânsito: campanhas educativas nas escolas**. Belo Horizonte, MG: Autêntica, 2007.

NISKIER, Arnaldo. **Filosofia da Educação: uma visão crítica**. São Paulo, SP: Loyola, 2001.

PARANÁ. **Secretaria Estadual de Educação**. Diretrizes Curriculares da Educação Básica – Geografia. Curitiba: SEED/PR, 2008.

UNESCO. **Educação - Um tesouro a descobrir**. 7ª ed. Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI. Brasília, Cortez: 2012.

APÊNDICE

ROTEIRO EXPERIMENTAL: ETAPA 3

PRIMEIRA LEI DE NEWTON - INÉRCIA

OBJETIVO: Comprovar através do experimento o que diz primeira lei de Newton, ou seja: (Um corpo em repouso tende a permanecer em repouso e um corpo em movimento continua em movimento ao não ser que uma força externa haja sobre ele).

MATERIAIS A SEREM UTILIZADOS:

- 1 - Papel
- 1 - Garrafa com água
- 1 - Uma mesa

PROBLEMÁTICA: Evidenciar a 1ª lei de Newton através do experimento.

PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS:

1. Preencha a garrafa com água
2. Coloque o papel sobre a mesa
3. Coloque a garrafa com líquido sobre o papel
4. Puxe o papel



JUSTIFICATIVA: O princípio da inércia, ou primeira lei de Newton, diz que “um objeto tende sempre a manter o seu estado inicial de movimento, este podendo ser também o de repouso, se não houver a ação de forças externas”. Este experimento serve para mostrar que um objeto em repouso tende a ficar em repouso.

CONCLUSÃO: A garrafa permanece no mesmo local, pois na superfície quase não tem atrito quando o papel for puxado rapidamente a garrafa com água tende a ficar por causa da primeira lei de Newton.

SEGUNDA LEI DE NEWTON - MASSA, FORÇA E ACELERAÇÃO

OBJETIVO:

Esclarecer a relação existente entre a força, massa e aceleração, utilizando a segunda lei de Newton.

MATERIAIS A SEREM UTILIZADOS:

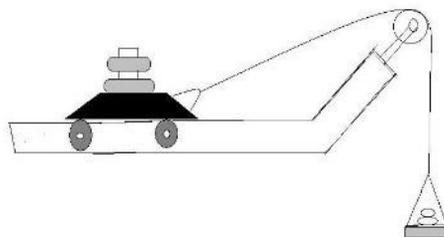
- 1 - Carrinho com massas
- 1 - Tbuca
- 1 - Relógio
- 1 - Roldana
- 1 - Pista de carrinho.

PROBLEMÁTICA: Evidenciar a terceira lei de Newton através do experimento.

PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS:

1. Coloque a pista na extremidade da mesa de forma que o cordão, amarrado ao carrinho, fique na vertical, após passar pela roldana fixada na alça dela.
2. Então adicione diferentes pesos no carrinho para ver se a velocidade que ele anda.
3. Marque no cronometro para ver a relação de força, massa e aceleração.

(A) (B) $F = m \cdot a$



JUSTIFICATIVA: A Segunda Lei de Newton, também chamada de Princípio Fundamental da Dinâmica, diz que um corpo em repouso necessita da aplicação de uma força para que possa se movimentar, e para que um corpo em movimento pare é necessária a aplicação de uma força.

Um corpo adquire velocidade e sentido de acordo com a intensidade da aplicação da força. Ou seja, quanto maior for a força maior será a aceleração adquirida pelo corpo como vamos demonstrar em nosso experimento.

CONCLUSÃO: Conforme a massa do corpo (B) é aumentada, a aceleração do corpo (A) também. Aumenta a força do corpo (B) também demonstrando a relação que há entre força, massa e aceleração.

TERCEIRA LEI DE NEWTON – AÇÃO E REAÇÃO

OBJETIVO: Mostra de forma pratica a terceira lei de Newton.

MATERIAS A SEREM UTILIZADOS:

- 1 - Cano $\frac{1}{2}$,
- 1 - Cano $\frac{1}{4}$,
- 1 - Suporte,
- 1 - Bexiga,
- 1 - Um pequeno pedaço de cano.

PROBLEMÁTICA: Evidenciar a terceira lei de Newton através do experimento.

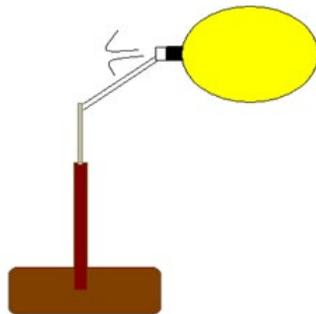
PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS:

1. Prenda o tubo PVC, dentro do bico do balão, com a gominha e enfie a ponta da vareta em um dos furos de sua extremidade que ficou fora.

2. Encha o balão e deixe-o esvaziar após encaixar a dobra da vareta no topo do suporte

3. Ponha o jato de ar escapar na direção:

- Vertical
- Horizontal e de forma a girar no sentido horário e também anti-horário.



Intensidade na mesma direção e em sentido oposto.

Quando um corpo (A) exerce uma força sobre um corpo (B), simultaneamente o corpo B exerce uma força sobre o corpo A de intensidade e direção igual, mas em sentido oposto. A força que A exerce em B e a correspondente força que (B) exerce em (A) constituem o par ação-reação dessa interação de contato (colisão). Essas forças possuem mesma intensidade, mesma direção e sentidos opostos. Ou seja:

Ao aplicarmos a terceira lei de Newton, não podemos esquecer que as forças de ação e reação: estão associadas a uma única interação, ou seja, correspondem às forças trocadas entre apenas dois corpos; têm sempre a mesma natureza (ambas de contato ou ambas de campo), logo, possuem o mesmo nome (o nome da interação); atuam sempre em corpos diferentes, logo, não se anulam.

CONCLUSÃO: Conclui-se então que compressão do balão empurra o ar para frente e o ar empurra o balão para trás evidenciando assim a terceira lei de Newton.

Outros exemplos: Barco a hélice, no avião, etc.

OBS: Sugestão também de uso o simulador “PHET”

► Capítulo 8

CARACTERÍSTICAS DE CONTEÚDOS DE FÍSICA DAS RADIAÇÕES EM TRÊS PÁGINAS INSTITUCIONAIS NO FACEBOOK

Leandro Silva Moro

CONTEXTUALIZAÇÃO E PROBLEMATIZAÇÃO

O trabalho do professor é **arriscado**. Quem teme perigos deve renunciar à tarefa do ensino (SANTOS, 1998, p. 20, grifo nosso).

A práxis docente envolve uma série de escolhas, desde o planejamento institucional até os encontros em sala de aula com os estudantes. Conforme o geógrafo e pesquisador brasileiro, Milton Santos (1926 - 2001), alerta radicalmente é preciso reconhecer as condições de trabalho docente e, acrescenta-se, a suposta transformação que se espera de sua atuação.

Nessa perspectiva, este capítulo é um recorte de uma pesquisa de doutorado (MORO, 2020). Para além do objetivo daquela, por ora não se limita a identificar características de conteúdos de física das radiações em três páginas institucionais no *Facebook*, mas também problematizar esses conteúdos para integrar áreas de conhecimento e diferentes perspectivas.

Assume-se que a ideia da pesquisa remonta aulas de Física ministradas pelo professor-pesquisador-autor em um curso de Tecnologia em Radiologia em uma faculdade no interior de Minas Gerais. Dentre as páginas no *Facebook* que os envolvidos seguiam, investigou-se estas três: Centro de Informações Nucleares (CIN); Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD); e Conselho Nacional de Técnicos e Tecnólogos em Radiologia (CONTER).

Considera-se que os modos como as instituições de ensino, docentes, discentes e colaboradores concebem e convivem com as tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) são determinantes para o desenvolvimento de propostas educativas. Por isso, o modo acritico/contemplativo com que muitos discentes discorriam sobre conteúdos veiculados nesses nichos incomodava o professor-pesquisador-autor em suas aulas. Para Santos e Santos (2014, p. 323) “[...] é justamente em cima dessas falhas dos alunos que se deve debruçar o trabalho do docente [...]”. Nesse sentido, questiona-se: o que vale ter uma imensidão de informações avulsas no *Facebook* sem compreender minimamente processos de construção social e científica no mundo? Como transformar informações em conhecimentos e preparar estudantes para uma visão integradora, colaborativa e crítica da Ciência e da cultura?

Desde a primeira abordagem, defende-se que o uso de TDIC precisa ser criterioso e fundamentado para justificar razões pedagógicas e alcançar legitimidade. Nessa concepção, a escolha dessas páginas esteve relacionada à sua relevância na produção de conhecimentos e tecnologias; proposição de legislações e protocolos; divulgação científica; e bem como à sua representatividade no país e no mundo quanto às aplicações de radiações em diversas áreas.

Como os sistemas de ensino demandam inclusão, uma gama de pesquisas indica a presença, cada vez maior, dessa e de outras plataformas digitais no cotidiano de professores e estudantes (OLIVEIRA; HARRES, 2017; MANCA; RANIERI, 2016; TONUS *et al.*, 2015; POSSOLLI; NASCIMENTO; SILVA, 2015). Além disso,

historicamente os processos de ensino-aprendizagem são centrados em conteúdos. Mas, o que se entende por conteúdos?

[...] São o conjunto de conhecimentos, habilidades, hábitos, modos valorativos e atitudinais de atuação social, organizados pedagógica e didaticamente, tendo em vista a assimilação ativa e aplicação pelos alunos na sua prática de vida. Englobam, portanto: conceitos, ideias, fatos, processos, princípios, leis científicas, regras, habilidades cognoscitivas, modos de atividade, métodos de compreensão e aplicação, atitudes. São expressos nos programas oficiais, nos livros didáticos, nos planos de ensino e de aula, nas aulas, nas atitudes e convicções do professor, nos exercícios, nos métodos e formas de organização do ensino (LIBÂNEO, 2013, p. 142).

No caso do curso em questão, o seu projeto pedagógico de curso (PPC), apresentava noções de “conteúdos” associadas ao “que”, “como” e “quando” se deve ensinar/aprender, porém isso não depende apenas do docente. Assim apresentados, considera-se que “os conhecimentos são relevantes para a vida [...] quando ampliam o conhecimento da realidade, instrumentalizam os alunos a pensarem metodicamente, a raciocinar, a desenvolver a capacidade de abstração, [...] pensar a própria prática. [...]” (LIBÂNEO, 2013, p. 159 - 160).

Nesse cariz multifacetado, os conteúdos também são entendidos como o entrelaçamento de dimensões: tecnocientífica; pedagógica; comunicacional; tecnológica; organizacional (FILATRO; CAIRO, 2015). No caso dessas páginas, os conteúdos são abertos, isto é, submetidos a atualizações contínuas em função das experiências, dos interesses de humanos e da lógica da plataformização, dataficação e performatividade algorítmica (PDPA), tríade característica da cultura digital (LEMOS, 2019; HELMOND, 2015).

Pressuposto isso, continua-se indagando: sobre o que versam

as postagens nessas páginas? Quais são as características e possibilidades didático-pedagógicas desses conteúdos?

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A investigação se caracterizou como uma netnografia associada à Teoria de Análise Dialógica do Discurso (ADD) na perspectiva bakhtiniana e à Teoria Ator-Rede (TAR).

Em linhas gerais, a netnografia consiste na inserção e vivência do professor-pesquisador-autor no ambiente ou grupo de estudo, em questão as referidas páginas no *Facebook*. Uma vez que, o significado e os sentidos que as pessoas dão às coisas e à sua vida são focos de sua atenção (RÜDIGER, 2012; HINE, 2000).

A Análise de Discurso corresponde a um complexo teórico-metodológico formado por várias tendências epistemológicas. Os discursos compõem-se de enunciados e são uma sucessão de eventos sociais resultantes de interações. As quais podem ampliar fronteiras para o entendimento de processos de comunicação, e, por conseguinte, de compreensão de relações e situações de ensino-aprendizagem (BAKHTIN, 1997, 2006).

Reconhece-se que a TAR inclui simultaneamente humanos, não humanos e seus híbridos na mesma perspectiva de análise sociológica, isto é, agentes capazes de produzir movimentos e modificações nas diversas associações (LATOURET, 2012, 2001), no caso os conteúdos postados nas páginas pesquisadas.

Para a coleta de dados utilizou-se o *software Ncapture* e para a gestão, categorização e análise, o *Nvivo 12 Plus*. Primeiramente realizou-se duas observações exploratórias de todas as postagens existentes nas três páginas. Em seguida, fez-se a captura dessas postagens por meio do *Ncapture*. Entretanto, teve-se que fazer *prints*, pois, esse *software* determinava a quantidade de postagens e separava elementos verbais de não verbais. Por fim, efetuou-se a importação dos dados, a seleção do *corpus* de análise e a categorização via *Nvivo 12 Plus*.

Contudo, neste capítulo, por razões técnicas, não se consegue apresentar a diversidade de conteúdos postados nessas páginas e nem a sua dinâmica constitutiva em curso.

APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS SELECIONADOS NAS TRÊS PÁGINAS INSTITUCIONAIS NO FACEBOOK

Observações exploratórias e avaliações críticas das postagens importadas via *Nvivo 12 Plus* e aportadas nos pressupostos da netnografia, TAR e ADD permitiram inferir quatro categorias de análise: seguidores das páginas; tópicos de conteúdos postados; dimensões dos conteúdos; e tipos de interações reconhecidas a partir dos conteúdos postados.

SEGUIDORES DAS PÁGINAS DO CIN, IRD E CONTER

O que pode significar ser seguidor dessas páginas? O que cada um parece priorizar? Embora possuam estratégias de leitura de mundo e cultura particular, os seguidores dessas páginas tornam-se parte dos conteúdos ao curtirem, compartilharem e/ou comentarem as postagens. Na visão dessas páginas e do *Facebook* podem ser vistos como meros consumidores de informações ou agenciadores de *marketing*, pois a cada e (re)ação promovem as páginas, a plataforma/empresa e até investidores de bolsa de valores, uma vez que o *Facebook* é uma empresa de capital aberto.

De acordo com Bakhtin (2006, 1997) por meio da linguagem, “veículo” de interações, é possível compreender relações, níveis de experiência, interesses manifestados e perfis dos seguidores, os quais podem ser considerados:

- **Eventuais ou Esporádicos.** Visualizam, curtem e/ou compartilham postagens com menor frequência; podem ser considerados menos engajados.

- **Fanáticos ou Agentes “Viralizadores”.** Humanos ou robôs, parecem agir como vírus, curtindo, compartilhando postagens e fazendo marcações de “amigos, o que favorece o “viés de confirmação”,

isto é, a tendência de aceitar ideias que estão em conformidade com as do sujeito ou algoritmo treinado.

- **Seletivos ou Criteriosos.** Geralmente são estudantes e profissionais de vários níveis e áreas, sobretudo ciências e tecnologias. Têm interesses em conteúdos específicos e costumam também curtir, compartilhar e/ou comentar as postagens.

- **Estudiosos ou Pesquisadores.** Buscam experiências com valor educativo para a vida profissional e acadêmica. Realizam leituras mais críticas das publicações. Problematizam para compartilhar ou comentar conteúdos das postagens.

De modo geral, os extratos das dezenas de postagens revelaram que os seguidores “privilegiam” a linguagem não verbal, embora essa esteja integrada à verbal. Para Bakhtin (2006, 1997), a linguagem é ação no mundo, submetida ao poder. Porém, o sujeito, seguidor, não escolhe a própria linguagem, pois se constitui entre linguagens, na relação com outros indivíduos e coisas, atravessado por diferentes usos e intenções de linguagens, por vezes compulsoriamente, como ocorre em cada postagem na plataforma *Facebook*: “curtir”, “compartilhar”, “comentar”.

Para ilustrar, na postagem da figura 1, o discurso institucional procura divulgar aplicações das radiações, a partir de serviços prestados por instituições parceiras do CIN. Na vertente bakhtiniana, os enunciados expressam características dessas instituições, como: signos ideológicos (relações que estabelecem com os seguidores e outras instituições); cultura (missão, visão, valores); coletividade e outros elementos.

Figura 1 - Exemplo de Linguagem usada por Estudantes, Profissionais e outros Seguidores na Página do CIN.

cin Centro de Informações Nucleares - CIN
19 de junho de 2019

Desde que iniciou suas operações, em 2004, o Irradiador Multipropósito de Co-60 tem sido uma das mais importantes instalações do ipen - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares IPEN, unidade da CNEN em São Paulo, na prestação de serviços voltados para a preservação de bens culturais. Agora, em junho, o acervo da Biblioteca do Instituto de Química da USP está sendo irradiado para descontaminação.

Quer saber mais? Então leia o artigo clicando em https://www.ipen.br/portal_por/portal/interna.php...

**APLICAÇÕES DE RADIAÇÃO:
PRESERVAÇÃO DE PATRIMÔNIO CULTURAL**

Livros da USP são recuperados de infestação através de tecnologia de irradiação

Uma grande parte do acervo da biblioteca do Instituto de Química (IQ) da USP está passando por desinfestação no Irradiador Multipropósito de Cobalto-60 do Centro de Tecnologias das Radiações (CTR) do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN/ISP).

São tratados, uma vez por semana, cerca de 4m³ de material, que estavam contaminados por insetos e fungos. As obras estão distribuídas em caixas padronizadas e identificadas, para facilitar a irradiação na câmara de ⁶⁰Co e posteriormente o retorno às prateleiras devidas.

O tratamento consiste em irradiar com raios gama, provenientes do cobalto-60, os materiais danificados. A radiação atua penetrando o material e atacando o DNA dos insetos ou fungos, causando sua morte celular.

ipen **CIN** **CNEN**

3 comentários 12 compartilhamentos

Curtir **Comentar** **Compartilhar**

Mais relevantes ▾

Escreva um comentário...

Leandro Moro É uma aplicação "estupenda"! Mas, como bem disse o pesquisador Pablo Vasquez, na matéria completa, verificada a partir do link disponibilizado, a radiação gama utilizada é apenas parte do processo de preservação do patrimônio cultural. Porque as ações humanas rotineiras (manipulação das obras, controle de temperatura e umidade do ambiente) são fundamentais para a efetividade da irradiação.

Curtir - Responder - 33 sem

[Redacted] Curtir - Responder - 33 sem

[Redacted]

TED KOPPEL

NUCLEAR ACCIDENT

Curtir - Responder - 33 sem

Fonte: Página do CIN no Facebook, 2019.

Chama atenção no penúltimo comentário, um seguidor que além de marcar outros (nomes ocultados por questões éticas), usa signos que sugerem admiração ou surpresa. Então, isso seria o êxtase de quem passou a entender algo novo? Ou o sentido imediato parece estar relacionado a dicotomia benefícios/malefícios associados às radiações nucleares?

Em vista disso, os seguidores podem compartilhar signos e mensagens, mas não necessariamente sentidos com intencionalidade educativa ou científica, pois não falam somente por si. Com base na TAR (LATOURET, 2012, 2001), do imbricamento entre humanos (seguidores) e não humanos (páginas, Facebook etc.), um fala no/com/ pelo outro.

TÓPICOS DE CONTEÚDOS POSTADOS NAS PÁGINAS DO CIN, IRD E CONTER

Sobre o que realmente versam as postagens nas páginas do CIN, IRD e CONTER? As postagens apresentam informações relevantes relacionadas a diversos tópicos: conceito e origem das radiações; tipos de radiações e suas propriedades; eventos e cursos; radioproteção ou proteção radiológica; sondagens e divulgação de fontes, métodos e resultados de pesquisas; cientistas notáveis; indicações de exames de radiodiagnósticos e tratamentos radioterápicos; manipulação de fontes emissoras de radiações; serviços de dosimetria e medidas de radioproteção; usos de radiações em diversas áreas industriais etc.

Conforme a figura 2, o conceito e a origem das radiações estão fortemente associados a exposições com fins diagnósticos e terapêuticos; treinamentos; pesquisas e aplicações industriais. Emerge, aqui uma questão elementar: qual é o significado do termo radiações?

No plural mesmo, pois trata-se de um conceito múltiplo. Humanos e não humanos são “banhados” diariamente por diferentes tipos de radiações provenientes de diversas fontes. Do Sol, merecem destaque a luz visível, os raios ultravioleta (UV), do tipo A, B e C, os fótons de infravermelho e de micro-ondas; do solo, do ar e da água,

os raios beta e gama emitidos por elementos químicos radioativos (radioisótopos), por exemplo; e do corpo humano, a radiação beta oriunda dos decaimentos radioativos do potássio - 40 (K-40) presente nos músculos e do carbono - 14 (C-14) existente nos ossos. Essas evidências permitem entender que as radiações são formas de energia que se propagam por meio de ondas eletromagnéticas ou corpúsculos, partículas com massa e carregadas ou não, a partir de uma fonte emissora, natural ou artificial. Geralmente são produzidas por processos de ajustes que ocorrem no núcleo ou nos orbitais atômicos, ou pelas interações de radiações com a matéria (OKUNO; YOSHIMIRA, 2019).

Quanto à origem podem ser nucleares, como raios gama, alfa e pósitrons; ou não nucleares, como os raios X, as micro-ondas e as ondas de rádio, uma vez que se originam fora do núcleo do átomo. Vê-se, então, que a classificação das radiações depende dos critérios adotados. Deve-se atentar que no caso das ondas eletromagnéticas a maioria é imperceptível pelos sentidos humanos.

Figura 2 - Exemplo de Postagem sobre Conceito e Origem de Radiações na Página do CONTER.



Fonte: Página do CONTER no Facebook, 2019.

Ainda com relação a figura 2, o enunciado “os raios-X não saem do núcleo do átomo [...]” revela que esse tipo de radiação possui origem não nuclear, logo o aparelho de raios X só emite radiação enquanto estiver acoplado a uma fonte elétrica e for disparado um comando específico. Mas, a página do CONTER se contradiz, na sequência: “[...] Para saber mais sobre as aplicações da energia nuclear [...]” levando o leitor a entender que os raios X são radiação nuclear, quando na verdade são radiação atômica e não nuclear.

A figura 3 retrata a divulgação científica promovida pelo IRD, em um evento do qual o instituto participou. Para a composição dessa postagem há dois menores de idade na foto, o que parece passar a ideia de como os jovens podem ser importantes no processo de desmitificação da irradiação de alimentos. Para a TAR, esses processos não são neutros; têm consequências, isto é, deixam rastros; e podem transformar os atores IRD, adolescentes e a pesquisadora. Nessa postagem houve somente duas curtidas e nenhum outro rastro de interação. Em termos bakhtinianos esse parco envolvimento estaria associado a concepção de leitura da imagem, ou seja, a capacidade dos usuários de responderem, dialogarem com ela. Todavia, o silêncio também pode ser uma resposta semântica.

Esclarece-se que no Brasil a legislação que trata do assunto é a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 21, de 26 de janeiro de 2001, a qual aprovou o Regulamento Técnico para a irradiação de alimentos (BRASIL, 2001). Além da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), o Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN) e o IRD também agenciam esse processo. Para cada alimento a ser irradiado são estabelecidos protocolos específicos.

Figura 3 - Exemplo de Aplicações de Radiações na Área Industrial na Página do IRD.



Fonte: Página do IRD no Facebook, 2017.

Observando o enunciado “irradiação de alimentos”, indaga-se: por que irradiar alimentos? Todos os alimentos podem ser irradiados? O controle de qualidade de alimentos por meio de irradiação visa torná-los mais confiáveis para o consumo, a curto, médio ou longo prazos, dependendo de suas características. Trata-se de um processo físico que consiste em submeter alimentos embalados ou a granel, a doses controladas de radiações ionizantes (raios X, gama ou feixe de elétrons) durante determinado tempo (OKUNO; YOSHIMIRA, 2019).

No entanto, a identificação dos alimentos irradiados deve ser feita com um símbolo, denominado Radura, o qual deve constar no rótulo dos alimentos que foram submetidos a esse método. No caso de produtos a granel irradiados, nos locais de venda deve haver a indicação: “Alimento Tratado por processo de Irradiação”.

Na ótica da ADD e da TAR, um contra-argumento à irradiação de alimentos pode estar relacionado ao *status* do conhecimento científico ou a preconceitos, pois há indivíduos que alegam o fato de que nem todos os alimentos podem ser irradiados. Porém, desde a antiguidade não se

conhece nenhum método de conservação de alimentos empregado para todos os alimentos. Ademais, a conservação de alimentos envolve uma série de etapas, antes, durante e após a irradiação ou a adoção de outro(s) método(s) combinado(s) ou isolado(s).

DIMENSÕES DOS CONTEÚDOS POSTADOS NO ÂMBITO DA FÍSICA DAS RADIAÇÕES NAS PÁGINAS DO CIN, IRD E CONTER

A **dimensão tecnocientífica** se relaciona a cadeias discursivas, elementos que se combinam, circulam (avançam e retrocedem) e transformam, tais como:

- **Precisão e Consistência:** normalmente estão associadas ao tratamento dado ao conteúdo publicado, a fundamentação e ao nível de evidência. Considera-se o processo de recorte e inacabamento da construção dos conhecimentos científicos. As postagens são projetadas para visualização rápida, lógica de consumo. Então, como se costuma dizer na Física, a compreensão do tópico do conteúdo, alcançou o “nível da dúvida”?

- **Coesão e Coerência:** referem-se à disposição e lógica de apresentação dos conteúdos por meio de diversas linguagens, hipertextos, *links*, *hashtags* e outros símbolos marcados pela intertextualidade e pela heterogeneidade. Entretanto, podem apresentar-se como enunciados emocional ou cognitivamente instigantes para quem?

- **Atualização e Inovação:** estão relacionadas a questões históricas, econômicas, políticas, culturais, científicas, tecnológicas de fenômenos ou fatos, pois procuram estabelecer supostas novas relações entre sistemas conceituais muitas vezes distintos e até aparentemente opacos ou distantes, como: “*Facebook* e Física das radiações”.

- **Enfoque dos Conteúdos:** de modo geral o que está sendo realçado nas postagens capturadas? Prioriza-se o que é pragmático: o básico do fenômeno ou fato; a constituição do seu *design*; a afeição por novidades e cliques; e o impacto que o título, manchete ou “frase

de chamada” podem gerar, por exemplo.

• **Validade e Obsolescência:** remetem ao tipo de discurso, argumento de autoridade, autoridade de argumento, ou seja, à sua credibilidade, profundidade, abrangência e a outros fluxos contínuos, como a PDPA, que associa validade e obsolescência a quantidade de cliques e tempo de circulação de informações.

A **dimensão pedagógica** é concebida a partir de incontáveis associações, conexões que tensionam as possibilidades aparentes e os limites entre os diversos saberes. Nesse âmbito destacam-se os aspectos conceituais, procedimentais e as atitudinais (LIBÂNEO, 2013).

Em diferentes níveis de ação e percepção, os conceitos que circulam via essas páginas institucionais no *Facebook*, se articulam, transportam mensagens e tendem a se transformar nas diversas associações pelo que (des)agregam, isto é, pelos modos de (re)ação que se “prologam” nas associações (LATOURE, 2001). Não há nenhum fenômeno genuinamente físico que pode ser entendido sem estar articulado a diversos outros conceitos. Bakhtin (1997) se aproxima muito dessa posição, pois para o autor, os discursos que constituem esses conteúdos são dialogicamente constituídos e precisam ser dialogicamente mostrados. Assim, os tópicos e subtópicos de conteúdos postados são híbridos que se formam a partir do entrelaçamento de diversos conceitos, tais como: equipe; interesses; laboratório; cultura digital; sistematização; história; tempo; referenciais; contingência; sistemas; processos; cidadania; erros; acertos; experiências; interações; resultados; inovação; prejuízos; lucros; sustentabilidade; reelaboração; validade; normas; questionamentos; cientificidade; poder etc.

Resgatando a figura 1, questiona-se: como os raios X são produzidos? A resposta a essa pergunta remete a procedimentos, habilidades, termos que possuem caráter profissionalizante, formas de participação na sociedade e que necessitam ser responsáveis. Na ótica bakhtiniana, os conhecimentos são produzidos a partir de

tentativas de diálogos, notadamente a pesquisa. Mas, quais critérios adotar para compreender a produção de raios X? Para tanto, deve-se considerar a seleção e organização de estratégias: quais referências utilizar? Bancos de dados, *sites* de universidades, artigos científicos, autores conhecidos. Deve-se também fazer leituras, levantar questionamentos e hipóteses: em que consiste esse fenômeno? Analisar dados para que se consiga propor uma solução ou elaborar um modelo explicativo; e por fim, pode-se comunicar isso (LIBÂNEO, 2013).

As capacidades de continuamente questionar e propor soluções são atitudes científicas. Ainda de acordo com Libâneo (2013), os conteúdos quando tratados de forma atitudinal, podem valorizar a participação, criatividade, cooperação e tomada de decisões: “querer saber e fazer” ou consumir alimentos irradiados (figura 3). No caso das páginas institucionais rastros emergem do engajamento emocional, comportamental e cognitivo dos seguidores. Os *emoticons* podem sugerir atitudes de aprovação ou desaprovação, divertimento ou tristeza; observação e posicionamento crítico; indícios de negociação de significados, por meio de interações supostamente dialógicas pois promovem entendimento do fenômeno em questão; movimentos de “dentro da plataforma para fora” e vice-versa; silêncios, comentários etc.

A **dimensão comunicacional** está associada às diferentes linguagens e *affordances*. A natureza da linguagem é comunicativa. Funciona como instrumento constituidor dos discursos, caracterizada pela expressividade, dinamicidade; pelo projeto discursivo dos *actantes* ou atores; e pelas formas em que se materializam (BAKHTIN, 1997, 2006).

Notou-se que em todas as postagens capturadas os conteúdos agregam uma diversidade de linguagens: implícitas (*softwares*, algoritmos e inteligência artificial); e explícitas como textos, imagens, vídeos, infográficos associados a diversos “scripts” (*site*, *e-mail*, perfil no Instagram, ícones e outros) que estimulam o apelo visual e

convidam os seguidores das páginas a interagirem.

A seguir destacam-se alguns aspectos dessas *affordances*:

• **Mixagem de Recursos de Informação e Ensino-Aprendizagem:** como as *affordances* mercadológicas estimulam um excesso de postagens, as *affordances* pedagógicas são concorrentes das mercadológicas e demandam muitas aprendizagens, o que implica alterações substanciais nas formas de ensinar e aprender.

• **Hibridização de Habilidades e Competências:** acrescenta-se ao estudo de Manca e Ranieri (2016) a hibridização de habilidades. Postagens provocativas exigem habilidades e competências comunicacionais e podem promover engajamento comportamental (conexões críticas); e cognitivo (protagonismo e exercício de tarefas mais sofisticadas), os quais demandam engajamento emocional (empatia, sensibilidade, resiliência).

• **Alargamento do Contexto de Ensino-Aprendizagem:** ao estudo de Manca e Ranieri (2016) adiciona-se também o termo ensino, pois acredita-se que ensino e aprendizagem são intercambiáveis. As páginas pesquisadas exibem uma diversidade de conteúdos, no entanto, essa e as outras *affordances* pedagógicas estão disponíveis para quem?

A **dimensão tecnológica** se refere ao uso de TDIC, com foco educativo. Os conteúdos postados nessas páginas apresentam difusão e conexão multissíncrona; com alcance global; acesso a partir de múltiplos dispositivos (*smartphone, tablet, desktop, notebook*); e possibilitam variadas e (im)previsíveis interações.

Os modos de ler as postagens nessas páginas no *Facebook* também podem ser entendidos a partir das associações que engendram: um conteúdo postado pode ser visualizado, comentado, curtido e compartilhado a qualquer momento e lugar desde que haja dispositivos conectados. Ao interagirem com esses conteúdos, os seguidores se projetam, conectando-se a outras mídias e ao ato epistêmico, por meio da dúvida, concordância ou discordância. Isso redesenha temporalidades e espacialidades, o que exige novas pedagogias.

A **dimensão organizacional** está relacionada aos diversos modos de composição, publicação, apresentação e circulação desses conteúdos. Para os seguidores das páginas, o *Facebook* disponibiliza um fluxo de postagens, por meio de uma rolagem no mural. Para os administradores das páginas, oferece mecanismos de informações para gerenciá-las.

Em geral, os conteúdos postados apresentam um “*design* instrucional” subjacente. Culturalmente as pessoas leem da esquerda para a direita e de cima para baixo. Os usos de *links* e *hashtags* também parecem representativos da dimensão organizacional dos conteúdos.

TIPOS DE INTERAÇÕES RECONHECIDAS A PARTIR DOS CONTEÚDOS POSTADOS

Por razões legais, éticas e técnicas, não se usou *softwares* específicos para monitorar perfis ou páginas. Assim, teve-se acesso somente a fragmentos, nuances de interações. Ancorou-se também no trabalho projetante de Primo (2000), segundo o qual as interações envolvendo coletivos de humanos e não humanos podem ser: reativas e/ou mútuas.

As interações reativas são as mais frequentes, pois estão diretamente relacionadas a cliques, os quais corroboram com os interesses dos *actantes* ou atores de grande porte, administradores das páginas, o *software/empresa Facebook* e outros. Tratam-se de (re)ações pré-determinadas, sem negociação, pois os seguidores ao visualizarem as postagens são coagidos a clicar, compartilhar, por exemplo. Notou-se que interações dessa natureza podem ser consideradas “métricas de mercado”, cujos sentidos imediatos parecem orbitar “padrões de consumo”, “capital social” e “capital financeiro”.

A página do CONTER possui o maior número de seguidores e também postagens com maior número de curtidas, compartilhamentos e comentários. Entretanto, o “curtir” de uma publicação em um perfil não tem o mesmo significado que o de uma página. “Curtir” a

página significa que, aparentemente o usuário se torna um seguidor. Por conseguinte, notificações de publicações realizadas pelos administradores dessas páginas aparecerão constantemente no mural dos seguidores. Ao contrário do que possa parecer, existe distância entre “curtir” e “entender”, por exemplo.

Reitera-se que o uso de *emoticons* sugere aprovação ou desaprovação, combinados ou não, às palavras. Esses enunciados favorecem a (des)construção de vínculos sociais? Seriam críticas? Ou ainda, em alguns casos “destemperos” emocionais com criticidade ou isentos?

O “compartilhar” também é fronteiroço, pois pode tratar-se de mero encaminhamento “às cegas” ou por impulso; ou ainda que se defende aquilo mesmo, por mais abjeto que possa parecer. Por outro lado, pode configurar uma reestruturação crítica e imprevisível da postagem, acrescentando ou suprimindo enunciados com determinadas filiações ideológicas, com o intuito de promover uma exposição capaz de influenciar seus pares, proporcionar visibilidade instantânea ou provocar pedagogicamente outras pessoas.

Retoma-se a carga semântica atribuída aos seguidores, isto é, podem se projetar discursivamente como: eventuais ou esporádicos; fanáticos ou agentes “viralizadores”; seletivos ou criteriosos; estudiosos ou pesquisadores. Todavia, vistos como consumidores, parecem mais ativos no nível mecânico, do que no âmbito cognitivo. Guiados pelo senso comum ou pela contemplação podem não conseguir avançar em níveis problematizações e de entendimento, ao articularem o que sabem com as informações das páginas.

Para tanto, deve-se estabelecer interações mútuas simultaneamente. As quais são caracterizadas pela imprevisibilidade e negociação. Possivelmente deve haver escolhas de um conjunto de elementos, conceitos e outros signos, supostamente apropriados para se expressar, o que exige conhecimentos prévios, criatividade e outras habilidades e competências comunicacionais. Mas, quem faz um comentário necessariamente leu a suposta postagem ou

tem consciência do que faz? Como se viu é bastante comum fazer marcações de pessoas, instituições e indicar a fonte da publicação.

Ao comentar, mobiliza-se capacidades de interpretação, análise, comparação, síntese e (re)elaboração. A expectativa de diálogo pode ser frustrada quando ocorre uma interação fora do contexto pretendido, como um comentário preconceituoso (figura 2); ou o conteúdo pode ser deturpado e mitigar a intenção de comunicação científica prévia.

Portanto, para transformar informações em conhecimentos são necessários processos de internalização. O indivíduo precisa associar, organizar e interpretar informações para dar-lhes sentido(s) e, por conseguinte, responder questões, resolver problemas, tomar decisões etc.

CONSIDERAÇÕES DE CHEGADA E NOVAS PARTIDAS

Constatou-se que os conteúdos postados e veiculados nas páginas do CIN, IRD e CONTER no *Facebook* se caracterizam pelos entrelaçamentos de seguidores; temas, tópicos e subtópicos de conteúdos; dimensões de conteúdos e interações. Em geral, as postagens apresentam informações qualificadas sobre física das radiações que direta ou indiretamente estão presentes no cotidiano dos seguidores e contemplam o PPC de Tecnologia em Radiologia. No entanto, percebeu-se dificuldades por parte de muitos seguidores, inclusive estudantes, em conectar esses conteúdos às suas experiências.

Como vem sendo discutido, as dinâmicas funcionais dessas páginas institucionais engendram relações que impõem desafios éticos, epistemológicos e metodológicos. Portanto, identificar características de conteúdos em páginas institucionais no *Facebook* é atribuir sentidos, pois implica explorar criticamente suas prováveis possibilidades e seus limites de interação. A performatividade algorítmica ao mesmo tempo em que possibilita e potencializa as (re)ações dos usuários, pois pode haver picos de interesse sobre

determinados assuntos; também as limita, porque os colocam em “espaços-tempo” de redoma, direcionando com que conteúdos podem interagir. No caso do professor-pesquisador-autor deseja-se avançar nas *affordances* explicitadas, por meio da escrita de outro capítulo ou artigo, contendo problematizações iniciais para as aulas; exercícios propostos; questões de provas etc.

REFERÊNCIAS

BAKHTIN, Mikhail. **Marxismo e Filosofia da Linguagem**. 12. ed. Tradução de Michel Lahud e Yara Frateschi Vieira. São Paulo: Hucitec, 2006. Disponível em: http://hugoribeiro.com.br/biblioteca-digital/Bakhtin-Marxismo_filosofia_linguagem.pdf. Acesso em: 30 jun. 2018.

BAKHTIN, Mikhail. **Estética da criação verbal**. Tradução Maria Ermantina Galvão G. Pereira. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1997.

CENTRO DE INFORMAÇÕES NUCLEARES. **Facebook**: @cnen.cin. 2016. Disponível em: https://www.facebook.com/cnen.cin/?ref=br_rs. Acesso em: 02 jan. 2018.

CONSELHO NACIONAL DE TÉCNICOS E TECNÓLOGOS EM RADIOLOGIA (CONTER). **Facebook**: @conselhoderadiologia. 2019. Disponível em: <https://www.facebook.com/ConterOficial/>. Acesso em: 02 jan. 2019.

FILATRO, Andrea; CAIRO, Sabrina. **Produção de Conteúdos Educacionais**: design instrucional, tecnologia, gestão, educação, comunicação. São Paulo: Saraiva, 2015.

HELMOND, Anne. The platformization of the Web: Making Web data platform ready. **Social Media + Society**, S. l., v. 1, n. 2, p. 1-11, jul./dec. 2015. <https://doi.org/10.1177/2056305115603080>.

HINE, CHRISTINE. **Virtual Ethnography**. Londres: SAGE Publications, 2000. <https://doi.org/10.4135/9780857020277>.

INSTITUTO DE RADIOPROTEÇÃO E DOSIMETRIA (IRD). **Facebook:** IRD. Disponível em: <https://www.facebook.com/institutoderadioprotecaosedosimetria>. Acesso em: 02 jan. 2018.

LATOURE, Bruno. **Reagregando o Social:** uma introdução à Teoria do Ator-Rede. Tradução de Gilson César Cardoso de Sousa. Salvador/Bauru: Edufba/Edusc, 2012.

LATOURE, Bruno. **A esperança de pandora:** ensaios sobre a realidade dos estudos científicos. Bauru, SP: EDUSC, 2001.

LEMOS, André. Desafios Atuais da Cibercultura. In: **Jornal Correio do Povo**, Caderno de Sábado, Porto Alegre, 15/6/19, 2019. Disponível em: <http://www.lab404.ufba.br/os-desafios-atuais-da-cibercultura/>. Acesso em: 20 dez. 2019.

LIBÂNEO, José Carlos. Didática. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2013.

MANCA, Stefania; RANIERI, Maria. Is Facebook still a suitable technology-enhanced learning environment? An updated critical review of the literature from 2012 to 2015. **Journal of Computer Assisted Learning**, [S. l.], v.32, n. 6, p. 503-528, ago. 2016. <https://doi.org/10.1111/jcal.12154>.

MORO, Leandro Silva. **Características de Conteúdos de Física das Radiações em Três Páginas Institucionais no Facebook**. 2020. 264 f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Federal Uberlândia, Uberlândia, 2020. <http://doi.org/10.14393/ufu.te.2020.634>.

OKUNO, Emico; YOSHIMURA, Elisabeth Mateus. **Física das Radiações**. São Paulo: Oficina de Textos, 2019.

OLIVEIRA, Leticia Paranhos Menna de; HARRES, João Batista Siqueira. O uso do Facebook como Ferramenta para a Construção

Coletiva de uma Proposta Pedagógica. **Contexto e Educação**, Ijuí, ano 32, n. 102, p. 4-31, maio/ago. 2017. <https://doi.org/10.21527/2179-1309.2017.102.4-31>

POSSOLLI, Gabriela Eyng; NASCIMENTO, Gabriel Lincoln do; SILVA, Juliana Ollé Mendes da. A Utilização do Facebook no Contexto Acadêmico: o Perfil de Utilização e as Contribuições Pedagógicas e para Educação em Saúde. **RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 13, n. 1, p. 1 -10, jul. 2015. <https://doi.org/10.22456/1679-1916.57586>.

PRIMO, Alex Fernando Teixeira. Interação mútua e reativa: uma proposta de estudo. **Revista Famecos**, v. 7, n. 12, p. 81 - 92, jun. 2000. <https://doi.org/10.15448/1980-3729.2000.12.3068>

RÜDIGER, Francisco. Sherry Turkle, percurso e desafios da etnografia virtual. **Revista Fronteiras - estudos midiáticos**, São Leopoldo, v. 14, n. 2, p. 155 - 163, maio/ago. 2012. <https://doi.org/10.4013/fem.2012.142.09>.

SANTOS, Milton. O professor como intelectual na sociedade contemporânea. In: ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICA DE ENSINO, 9., 1998, Águas de Lindóia. **Anais... Águas de Lindóia: IX ENDIPE**, 1998. p. 20. v. III.

SANTOS, Valmaria Lemos da Costa; SANTOS, José Erimar dos. As redes sociais digitais e sua influência na sociedade e educação contemporâneas. **HOLOS**, Natal, ano 30, v. 6, p. 307-328, dez. 2014. <https://doi.org/10.15628/holos.2014.1936>.

TONUS, Mirna *et al.* Facebook e suas possibilidades: contribuições formativas no curso de jornalismo, **Revista Mídia e Cotidiano**, Niterói, v. 7, n. 7, p. 156 - 169, nov. 2015. <https://doi.org/10.22409/ppgmc.v7i7.9758>.

► **Capítulo 9**

O ENSINO DE FÍSICA NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO DO CAMPO: REFLEXÕES SOBRE A PERCEPÇÃO DISCENTE

*Marcos Vinícius Andrade
Fábio Soares da Paz*

INTRODUÇÃO

No ensino de Física, assim como em outras áreas do conhecimento é necessário ofertar um método educativo que estimule o aprendizado bem como a formação crítico-social dos educandos (BATISTA; FUSINATO, 2015). Contudo, sua aplicação rotineira é comumente descontextualizada com a realidade do aluno e seu direcionamento primordial está embasado exclusivamente no docente e nos saberes disciplinares (ROSA; ROSA, 2005).

Segundo Cardoso e João (2019, p.2), “a Física é uma ciência natural que faz uso das leis, modelos matemáticos e representação para a interpretação dos dados empíricos, explicação de fenômenos cotidianos e aplicações em diversos setores industriais”. Nesse contexto, o uso de ferramentas inovadoras bem como a experimentação no ambiente escolar e a contextualização com a realidade discente são importantes fatores para um bom desempenho do processo de ensino-aprendizagem no âmbito da Física (CARNEIRO, 2007).

Dentro desse contexto, entra em questão a diversidade do Curso de Licenciatura em Educação do Campo/Ciências da Natureza

(LEDOC/CN) do Campus Senador Helvídio Nunes de Barros (CSHNB), da Cidade de Picos, Piauí. Nesse cenário, Miltão *et.al.* (2012) afirma que o processo educativo curricular deve ter suas relações efetivadas com a Física para contribuir de forma significativa para o aprendizado discente nessa área auxiliando, dessa forma, ativamente no processo de ensino-aprendizagem.

O Projeto Pedagógico do Curso (PPC) explicita que a pedagogia formativa da LEDOC/CN do CSHNB “se destina à formação inicial de discentes oriundos da área rural para atuarem nas escolas do campo situadas em contextos socioculturais diversificados” (UFPI, 2017, p. 5). Com isso a graduação capacitará o aluno egresso a possibilidade de atuar como professor na área de Ciências da Natureza (Biologia, Química ou Física). Dessa forma, a capacitação dos educadores deverá contemplar a transição didática, visando a formação de profissionais emersos em suas dimensões pedagógicas tanto quanto na compreensão da realidade discente.

No que tange ao ensino de Física nas escolas do Campo, o documento ressalta que o futuro docente deve instigar o alunado à desenvolver uma dimensão investigativa da realidade, centrando-se no tripé formativo ensino-pesquisa-extensão. Assim, o aluno será inserido ativamente no processo de formulação de ideias, teses e hipóteses, através da utilização de metodologias ativas e materiais didáticos adequados (UFPI, 2017).

Nessa perspectiva, vale ressaltar a viabilização de formação do curso, que o caracteriza como licenciatura de caráter regular com atividades presenciais apoiada em duas dimensões de alternância formativa integradas: o tempo universidade realizado por atividades desenvolvidas no espaço universitário e o tempo comunidade configurado pela realização de atividades no ambiente socioprofissional e familiar do aluno (UFPI, 2017).

Nesse contexto assume importância a análise da percepção discente sobre o ensino de Física haja vista o contexto da educação do campo e a vivência dos alunos na observação ao ensino de Física

tanto na educação básica quanto na superior no desenvolvimento da sua profissionalização docente no âmbito do curso, pós disciplina de Metodologia do Ensino de Física.

O estudo foi desenvolvido com estudantes do curso LEDOC/CN concluintes da disciplina de metodologia do ensino de Física, ofertado a partir do 5º período do referido curso. A justificativa da amostra dessa pesquisa parte da premissa na qual os alunos aprovados nessa disciplina, além da maturidade educacional atingida após metade do curso concluído, apresentam noções ampliadas sobre o processo do ensino de Física, haja vista o alcance do objetivo da disciplina citada cuja temática foi refletir aspectos teóricos e práticos que envolvem o ensino da Física.

A proposta dessa trilha investigativa deu origem a vários questionamentos, entre eles: Qual o nível de dificuldade os estudantes tiveram na disciplina de Física no ensino básico? Qual a percepção desses estudantes sobre a metodologia utilizada no ensino de Física e quais considerações sobre o método utilizado? Como ocorreu a utilização de metodologias ativas no ensino básico? Quais metodologias ativas utilizadas no ensino da Física no contexto da LEDOC? Qual metodologia apresenta maior potencial de ensino da Física?

A partir dos questionamentos supracitados e no intuito da busca dessas respostas, este estudo procurou analisar a percepção dos discentes de um Curso de Licenciatura em Educação do Campo com ênfase em Ciências da Natureza sobre o ensino de Física. A referida disciplina foi selecionada em virtude de, historicamente, ser reputada como algo complexo e de difícil compreensão pela maioria dos estudantes, conforme aponta Torres (2013).

Para alcance do objetivo, o estudo foi organizado, além da introdução e conclusão, em duas seções. A introdução apresenta o contexto da pesquisa, a justificativa e os objetivos do estudo. A primeira seção apresenta a metodologia aplicada para realização do trabalho, bem como o público estudado. A segunda seção intitulada

Análise e discussão dos dados apresenta os resultados e a discussão dos dados construídas na pesquisa. Os pontos conclusivos apontam as constatações do estudo através da análise dos dados da pesquisa.

METODOLOGIA

O presente trabalho insere-se no âmbito das pesquisas qualitativas do tipo descritiva entrando-se em vigor, por conseguinte, o estudo de caso como método investigativo, que se caracteriza pela “capacidade de lidar com uma complexa variedade de evidências, documentos, artefatos, entrevistas e observações” (YIN, 2001, p.19).

Outro aspecto a se considerar sobre esse método investigativo é suas múltiplas vantagens, contudo para os pesquisadores, merece destaque o fato de possibilitar a construção de acervo com material descritivo que poderá ser usado como fonte de pesquisa para a modificação de conduta das aulas na disciplina de Física.

A partir disso, utilizou-se como instrumento de coleta de dados, um questionário com oito perguntas objetivas e duas subjetivas. Segundo Gil (1999, p. 128-129), esse método “possibilita a investigação composta de questões apresentadas, objetivando o conhecimento de opiniões, crenças, sentimentos, interesses etc”.

Elaborado na plataforma *Google Forms*, o instrumento foi enviado por meio eletrônico para 13 dos 15 alunos que cursaram a disciplina de Metodologia do Ensino de Física no IV bloco no curso LEdoC/CN, do CSHNB da Universidade Federal do Piauí. O público respondente corresponde a 86% do alunado que concluiu a referida disciplina.

Os resultados foram identificados por meio de respostas criticamente analisadas. Nas perguntas subjetivas (ou abertas) do questionário foram utilizados codinomes A1, A2, A3... para garantir a confidencialidade dos participantes da pesquisa. Dessa forma, os procedimentos abordados estão expressos a partir da análise do questionário.

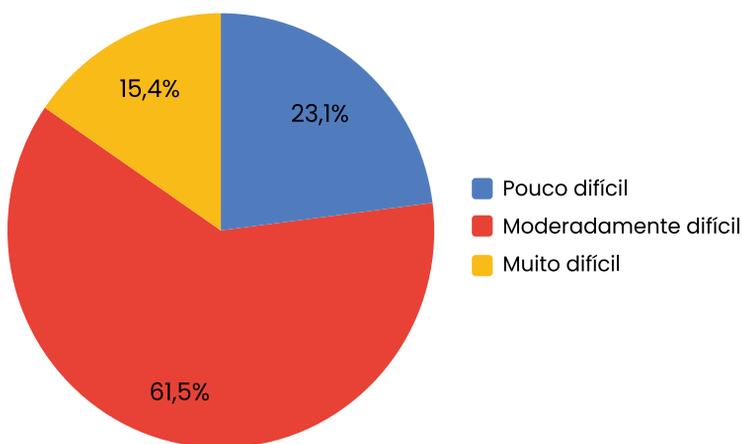
ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS DA PESQUISA

A análise dos dados se deu a partir das respostas dos alunos aos questionamentos abordados. Para melhor auxílio na tabulação do material, para algumas perguntas, foram produzidos gráficos informativos na plataforma Excel com o intuito de facilitar a análise e discussão dos dados.

A) DIFICULDADES EM FÍSICA

A pergunta inicial do questionário buscou conhecer se o discente considera a Física uma disciplina de difícil compreensão. Os dados evidenciam que, 8 (61,5%) dos alunos consideram a Física uma disciplina moderadamente difícil, enquanto 3 (23,1%) consideram pouco difícil e 2 (15,4%) consideram muito difícil (Gráfico 1). Esses resultados corroboram com às ideias de Muenchen *et.al* (2004), nas quais ressaltam que a falta de contextualização e de vinculação sociocultural são fatores que contribuem para o aumento das dificuldades no entendimento do ensino de Física.

Gráfico 1 – Dificuldade sobre a disciplina de Física



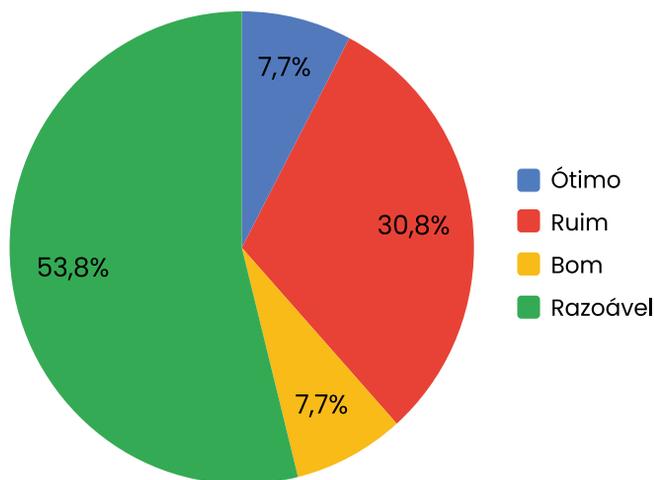
Fonte: Dados da pesquisa (2023)

No enfoque de Borges (2006), a maioria dos professores dessa área reduzem todo o aprendizado a mera memorização de fatos e decorações de equações negando, com isso, o repertório empírico discente. Além disso, o ensino de Física sofre com a caracterização de um método de ensino com alto teor de memorização, com limitações do aprendizado ao uso excessivo do livro didático, limitando o importante papel de assiduidade que o professor deve ter no processo de ensino-aprendizagem (PIETROCOLA, 2011).

B) DIFICULDADES EM FÍSICA NO ENSINO MÉDIO

A segunda pergunta observa como os estudantes avaliaram as dificuldades na disciplina de Física no Ensino Médio. Verificamos que aproximadamente 2 (15%) dos entrevistados consideram bom e ótimo esse ensino. Do total dos entrevistados 4 (30,8%) consideraram o ensino ruim, enquanto a maior parte dos alunos 7 (53,8%), concebem o ensino razoável.

Gráfico 2 – Considerações quanto ao nível do ensino de Física



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

No contexto das análises desses dados, assume grande importância essa etapa formativa do ensino médio, haja vista a finalidade da compreensão dos aspectos científico-tecnológicos da área e a relação da teoria com a prática, no âmbito do ensino da Física. (BRASIL, 1996). Nessa senda, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) afirmam que “o aprendizado de Física deve estimular os jovens a acompanhar as notícias científicas, orientando-os para identificação sobre o assunto que está sendo tratado e promovendo meios para a interpretação de seus significados” (BRASIL, 2000, p. 27).

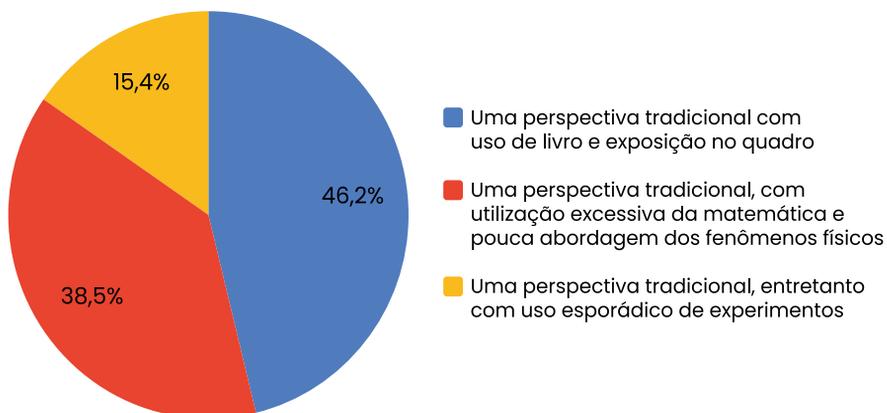
Segundo Barbosa (2018), a Física é uma importante área do conhecimento, bem como contribui para a formação de uma cultura científica efetiva e plena do estudante (BRASIL, 2000). Entretanto, no ensino de Física, ao privilegiar apenas a teoria e a formulação de cálculos matemáticos, desconsiderando o sujeito educativo e restringindo-o a mero receptor da aprendizagem, torna-se um fator importante para as condições de aumento da dificuldade dos alunos na disciplina.

C) MÉTODO NO ENSINO DE FÍSICA

Nesse estudo, procuramos conhecer, segundo a opinião dos docentes, quais os métodos de ensino de Física foram utilizados pelo seu professor no ensino médio. Os dados tabulados e evidenciados no Gráfico 3, evidenciam que 46,2% definiram o ensino como uma perspectiva tradicional com uso excessivo do livro didático, 38,5% como uma perspectiva tradicional, com utilização excessiva da matemática e 15,4% como uma perspectiva tradicional, porém, com uso esporádico de experimentos.

Tais dados corroboram com as ideias de Moreira (2014), onde constata-se que as aulas de Física muitas vezes são desatualizadas e muitas vezes são restritas a mera memorização numérica e repetição de fórmulas, negando e inviabilizando a emancipação sócio-crítica discente.

Gráfico 3 – Considerações quanto método no ensino de Física



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Podemos inferir, através das discussões dos dados em tela, que a análise aponta para a “monotonia pedagógica” aplicada nas aulas de Física vivenciadas pelos entrevistados. Essa situação nos faz referenciar Pietrocola (2001) ao destacar o fato de que o ensino de Física comumente aplicado de forma expositiva tem sido distante da realidade do aluno, de modo que provoca o desinteresse dificultando a aprendizagem discente.

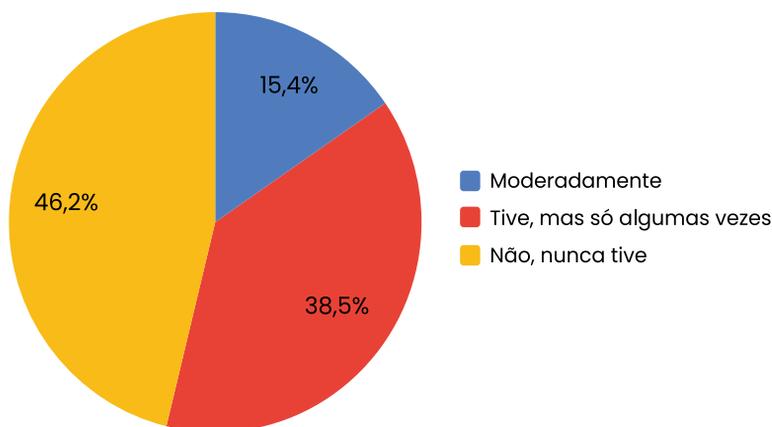
Devido à dificuldade de contextualizar o conteúdo, em aplicar e conhecer metodologias adequadas, e até mesmo desconhecimento do conteúdo de Física a ser ensinado, os discentes tiveram uma aprendizagem carente e desconexa com sua realidade social (MARQUES *et al.*, 2014).

D) METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DE FÍSICA

Ao questionarmos os discentes sobre a utilização de metodologias ativas no Ensino Básico, em Física, 6 (46,2%) dos entrevistados mencionaram que nunca tiveram contato com nenhuma metodologia ativa, 5 (38,5%) vivenciaram algumas vezes e 2 (15,4%)

tiveram contato moderado, conforme dados do Gráfico 4. Os dados obtidos fomentam o rigoroso tradicionalismo vigente nas aulas de Física, onde o ensino é caracterizado pela utilização de métodos tradicionais e desconexos com a realidade discente tornando-se ineficazes para um bom processo educativo (MOREIRA, 2009).

Gráfico 4 – Metodologias diferenciadas no ensino de Física



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

No embate das discussões que permeiam as práticas docentes com metodologias diferenciadas, corroboramos com as notas conclusivas de Andrade e Paz (2023) onde, no ensino de Física é de suma importância dar atenção a conceitos físicos tanto quanto as fórmulas aplicadas na disciplina. Logo, a mera decoração de fórmulas e conceitos sem a contextualização didático-experimental adequada produzem descompassos na melhoria do processo de ensino.

Nesse contexto, entra a figura de John Dewey, que insatisfeito com o tradicionalismo vigente em sua época propôs uma pedagogia baseada na democracia escolar, defende ativamente uma educação baseada na experimentação a partir de soluções concretas. Havendo,

dessa maneira, um processo de retroalimentação entre o ato de ensinar e o de aprender, o aluno se torna mediador de sua própria aprendizagem (SANTOS, 2008).

E) MUDANÇA NO ENSINO DE FÍSICA

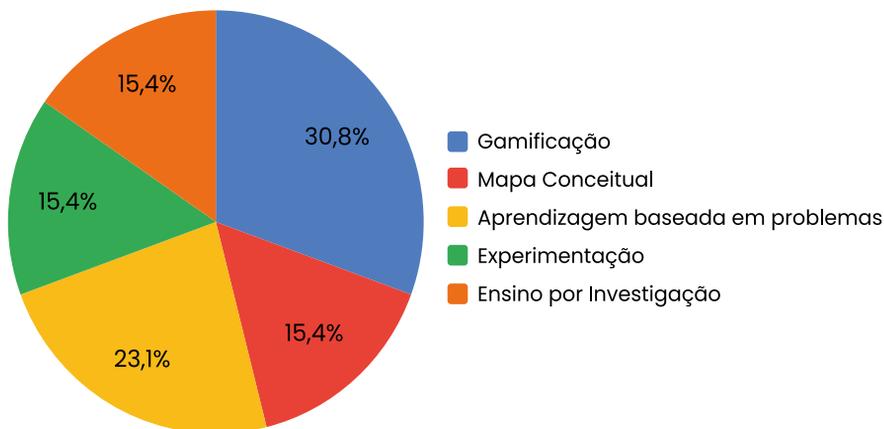
Ao serem questionados sobre quão necessária é a mudança no ensino de Física, aproximadamente 3 (23%) dos alunos consideram moderadamente necessário/pouco necessário, enquanto 10 (76,9%) dos entrevistados acham necessária a mudança no ensino de Física. Os resultados vão de encontro às ideias de Sousa, Malheiros e Figueiredo (2013), onde é cabível destacar a necessidade emergente de mudança no ensino de Física visando, com isso, uma maior adequação social, individual e profissional do aluno.

Mitre *et.al.* (2008), ressaltam ainda a importância das metodologias diferenciadas no ensino de Física. Os autores reiteram que “as metodologias ativas estão alicerçadas em um princípio teórico significativo: a autonomia” [...]. Com isso, a educação contemporânea deve pressupor um aluno capaz de autodominar seu próprio conhecimento tornando-se sujeito ativo no processo de ensino-aprendizagem.

F) METODOLOGIAS EM FÍSICA NA LEDOC

Quando questionados sobre quais as metodologias ativas utilizadas em Física na LEDOC, 4 (30,8%) dos entrevistados destacaram gamificação, 3 (23,1%) citaram aprendizagem baseada em problemas e 6 (15,4%) citaram outras como a experimentação, ensino por investigação e aprendizagem baseada em problemas. Entrando em consonância com as ideias de Laburú (2005), os dados retratam a importância da interação ativa no ambiente escolar, além de seu intenso papel motivador e envolvente no desenrolar das atividades (SASAKI; JESUS, 2017).

Gráfico 5 – Metodologias utilizadas em Física no contexto da LEDOC



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Os resultados vão de encontro com as ideias de Sasaki e Jesus (2017), onde os mesmos relatam a grande eficácia da gamificação no processo de ensino-aprendizagem destacando, sobretudo seu papel interativo e motivador, capaz de envolver o estudante em ambiente favorável para o aprendizado.

Tendo em vista que no período pandêmico as Tecnologias de Informação e Comunicação (TICS) ganharam importante papel no processo de ensino-aprendizagem, a inovação de novas formas metodologias auxiliou no desenvolvimento de novos métodos e didáticas de construção do conhecimento. Essa ferramenta ocupa, portanto, espaços significativos no âmbito educacional, a maneira que estimula o senso crítico analítico dos discentes nele envolvidos (MOREIRA, 2021).

Assim sendo, o uso e a aplicação de metodologias diferenciadas no ensino de Física promovem no estudante “a ação de refletir, buscar explicações e participar das etapas de um processo que leve à resolução de problemas” (GUIMARÃES, 2009, p. 13). Desse modo,

os educandos tornam-se aptos a realizarem novas experiências e atividades relacionadas à disciplina e seus fenômenos.

G) PROVEITO DA DISCIPLINA DE FÍSICA NA LEDOC

Nessa perspectiva, os discentes foram indagados sobre o aproveitamento na disciplina de Metodologia do Ensino de Física. Os dados evidenciam que, 9 (69,2%) dos entrevistados afirmaram que foi muito proveitosa, 2 (15,4%) disseram que foi moderadamente proveitosa e 2 (15,4%) afirmou que foi pouco proveitosa. Entrando em consonância com Gaspar e Monteiro (2005), inferimos que a disciplina evidenciou o intrínseco papel motivador do professor que por consequência influencia o alunado a desenvolver uma maior interação com a aula, tornando-a significativamente proveitosa, atraente e educativa.

Nesse diálogo, este estudo corrobora também com a pesquisa realizada por Paz (2014), sobre o ensino de Física, onde ressalta que o professor necessita de formação pedagógica contínua que permita lhes proporcionar o rompimento com o totalitarismo do ensino tradicional de modo a permear na sua prática a definição metodológica planejada, estruturada e diversificada. Assim, propor uma ação docente capaz de promover uma metodologia de ensino decorrente da concepção de sociedade, integrando os alunos de forma crítica, participativa e interventora.

H) METODOLOGIA COM MAIOR POTENCIAL EDUCATIVO

Nesse cenário, os interlocutores da pesquisa foram questionados sobre qual metodologia apresenta maior potencial de ensino no contexto educativo. Seguem algumas respostas dos entrevistados:

(A1): Experiências cotidianas, pois essas experiências são de vital importância para o aluno se identificar com as situações problema e se interessar mais pela aula;

(A2): Acredito que modalidades como “sala de aula

invertida” e, “ensino por investigação” e “experimentos de baixo custo”;

(A3): Gamificação pois assim os alunos têm maior probabilidade de participarem;

(A4): Os mapas conceituais, pois é uma boa maneira de fixar o conteúdo pro aluno.

Podemos perceber que os alunos entendem a eficácia educativa das metodologias diferenciadas trabalhadas na disciplina para o ensino de Física, com isso fica evidente a intensa relação que esses métodos possuem no contexto escolar no que se diz respeito a incorporação e contextualização da prática com a teoria (GALTER; FAVORETO, 2020).

Nessa perspectiva, Laburú (2005), relata que a utilização de metodologias ativas no ensino de Física configura-se como uma nova forma de contextualização do conteúdo de forma interativa. Nesse viés, o educando torna-se capaz de nortear suas concepções e aplicá-las em seu cotidiano comprovando a intrínseca relação entre teoria e práxis, assim como a articulação entre fenômenos e teses conforme aponta Reginaldo, Sheid e Güllich (2012).

Nesse contexto, a aplicação de metodologias diferenciadas nas aulas de Física pode ser considerada uma estratégia de ensino dinâmico, que tem o intuito de estabelecer discussões problematizadas, questionamentos e buscas de respostas e/ou explicações do que está sendo observado. Logo, tal estratégia é apropriada para o ensino de Física, a maneira que facilitam a compreensão dos conteúdos e conceitos, auxiliam no desenvolvimento dos conhecimentos científicos e do diagnóstico de concepções não científicas (OLIVEIRA *et al.*, 2014).

Entretanto, no momento atual, o grande desafio do professor é desmistificar essa ideia de que a Física é difícil e tornar as aulas mais atrativas e interessantes para os alunos (CAMARGOS *et al.*, 2018). Para Correia *et al.* (2015), o trabalho docente deve desenvolver

o conhecimento científico e tecnológico, de modo a levar o aluno a desenvolver o pensamento crítico voltado para a realidade da sociedade que está inserido.

Por meio dos dados coletados foi possível saber que os alunos, participantes da atividade, do Curso LEDOC/CN, no CSHNB em Picos, entendem que o uso das metodologias ativas na área de Física estimula a participação e facilita a compreensão dos conteúdos da disciplina. Contudo, a realidade dos cursos LEDOC/Ciências da Natureza apresenta carências formativas, especialmente no que se diz respeito ao ensino de Física. Problemáticas como falta de aulas práticas, escassez em disciplinas voltadas pra Física, pouco tempo de aula e formação contínua e continuada para a educação do campo são algumas dificuldades evidenciadas nos cursos LEDOC (PAZ, 2019).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio deste trabalho, constata-se que os discentes da LEDOC/CN fomentam a importância do uso das metodologias ativas nas aulas de Física. Além disso, a pesquisa comprovou o papel de destaque que metodologias diferenciadas como a gamificação e a experimentação desempenham no desenvolvimento educativo e nas aplicações de atividades no âmbito da Física.

A pesquisa evidenciou que a maior parte dos estudantes considera a disciplina de Física moderadamente difícil com nível de ensino razoável. Em suma, esses resultados evidenciam o intenso papel tradicionalista que permeia o ensino de Física que, por sua vez, é embasado exclusivamente no uso do livro didático e ao pouco ou ineficiente aproveitamento de metodologias diferenciadas na abordagem dos conteúdos.

Com isso, através dos dados da pesquisa podemos concluir também que a maioria dos respondentes colocam como necessária a mudança no ensino de Física. Os participantes ainda relataram que nunca tiveram contato com nenhuma metodologia ativa no seu ensino básico e só durante a disciplina de metodologia de

ensino de Física vieram ter contato com ferramentas diferenciadas como a experimentação, gamificação, ensino por investigação e aprendizagem baseada em problemas.

Portanto, uma boa parte dos discentes ressaltaram que a disciplina de metodologia do ensino de Física foi didaticamente proveitosa, tendo em vista que a mesma trabalhou processos ativos de ensino baseados à luz da aprendizagem significativa. Gamificação, mapas mentais e experimentação foram algumas metodologias consideradas pelos alunos eficazes para um bom aprendizado no contexto de Física.

Por fim, o estudo evidencia que a instauração de novos métodos e didáticas educativas ampliam o alcance do ensino e corroboram para uma boa aprendizagem no contexto da Física. Dessa forma, podemos concluir que a pesquisa foi satisfatória e atingiu o objetivo proposto. Entretanto, convém enfatizar a importância de estudos que enfatizam o ponto de vista dos sujeitos que vivenciam os processos de ensino, e, embora cientes de que esse estudo não esgota o tema, sua leitura crítica e reflexiva pode provocar inquietações diversas para novos estudos.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, M. V.; PAZ, F. S. Sequência didática com metodologias ativas no ensino de física à luz da aprendizagem significativa. **Ensino em Perspectivas**, Fortaleza, v. 4, n. 1, 2023.

BARBOSA, R.G. O Ensino de Física na Educação do Campo: descolonizadora, instrumentalizadora e participativa. **Revista. Bras. Educ. Camp**. Tocantinópolis, v.3, n.1, p.177-203, jan/abr. 2018.

BATISTA, M. C.; FUSINATO, P. A. A utilização da modelagem matemática como encaminhamento metodológico no ensino de física. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 6, n. 2, p. 86-96, 2015.

BORGES, O. Formação inicial de professores de física: formar mais! Formar melhor! **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 28, n. 2, p. 135-142, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Ensino Médio e Tecnológico. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio**. Brasília: 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2023.

BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. (Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm. Acesso em 28 jan. 2023.

CAMARGOS, A. P. V, *et al.* A importância de aulas experimentais no aprendizado de química no ensino médio. **Brazilian Applied Science Review**. Curitiba, v. 2, n. 6, Edição Especial, 2018. Disponível

em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BASR/article/view/587/50>. Acesso em: 01 jan. 2023.

CARDOSO, J. M.; JOÃO, J. J. Contextualização e experimentação: uma abordagem interdisciplinar de química e física utilizando experimentos de simulação de um motor a vapor. **Revista Virtual de Química**, v. 11, n. 1, 2019. Disponível em: https://www.academia.edu/79474690/Contextualization_and_Experimentation_An_Interdisciplinary_Approach_of_Chemistry_and_Physics_Using_Simulation_Experiments_of_a_Steam_Engine. Acesso em: 28 jan. 2023.

CARNEIRO, N. L. **A prática docente nas Escolas Públicas considerando o uso do laboratório didático de Física**. 2007. 91f. Monografia (Licenciatura em Física) Universidade Estadual do Ceará, Ceará, 2007.

CIENSINAR. Wordwall – crie atividades gamificadas a partir da associação entre palavras. Juiz de Fora, 2020. Disponível em: <https://www.ufjf.br/ciensinar/2020/07/17/wordwall-crie-atividades-gamificadas-partir-da-associacao-entre-palavras>. Acesso em: 01 de jan. 2023.

CORREIA, C. F. S. *et al.* O estudo da Química no cotidiano: as dificuldades para os alunos no ensino de Química. Fenix – Paraná, 2015, p. 1. Disponível em: <http://www.emdialogo.uff.br/content/o-estudo-da-quimica-no-cotidiano-dificuldades-para-os-alunos-no-ensino-de-quimica>. Acesso em 02 fev. 2023.

DUARTE, N. As pedagogias do aprender e algumas ilusões da assim chamada sociedade do conhecimento. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, s/v., n. 8, p. 35-40, set./dez. 2001b. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbedu/n18/n18a04>. Acesso em: 02 jan. 2023.

GALTER, M. I.; FAVORETO, A. John Dewey: um clássico da educação para a democracia. **Linhas Crítica**. Universidade Estadual do oeste do Paraná, Paraná, Brasil, 26: e28281, agosto, 2020. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/linhacriticas/artcile/download/28281/27067/81134>. Acesso em: 30 dez. 2022.

GASPAR, A. M. MONTEIRO, I. C. C. **Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula**: uma análise segundo o referencial da teoria de Vygostky. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 10 (2), p. 227-254, 2005.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GUIMARÃES, L. R. **Série professor em ação: atividades para aulas de ciências: ensino fundamental, 6º ao 9º ano**. 1º ed. – São Paulo: Nova Espiral, 2009.

LABURÚ, C. E. Seleção de experimentos de Física no Ensino Médio: uma investigação a partir da fala de professores. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 2, p. 161-178, 2005.

MARQUES, N. L. R.; ARAÚJO, I. S.; VEIT, E. A. Formação e prática docente: uma pesquisa sobre dificuldades e atitudes de professores de Ciências do nível fundamental no ensino de Física. In: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2014, Maresias, São Paulo. **Anais...** Maresias, 2014. Disponível em: <https://www.sbfl.sbfisica.org.br/eventos/epel/xv/sys/resumos/T0090-1.pdf>. Acesso em 03 jan. 2023.

MILTÃO, M. S. R. *et al.* O ensino de Física e a Educação do Campo: uma relação que precisa ser efetivada. In: **Ensino de Física: reflexões, abordagens e práticas**; Alvaro Santos Alves Joosse; Carlos O. de Jesus; Gustavo Rodrigues Rocha. (Org). Editora Livraria da Física, São Paulo, 2012.

MITRE, S. M. *et al.* Metodologias ativas de ensino-aprendizagem na formação profissional em saúde: debates atuais. **Ciênc. Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 2, p. 2133-2144, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/csc/v13s2/v13s2a18.pdf>. Acesso em: 03 jan. 2023.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa**: a teoria da aprendizagem de David Ausubel. São Paulo: Centauro Editora. 2º ed. 2009.

MOREIRA, M. A. Desafios do ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Universidade do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, vol. 43, suppl. 1, e 20200451 (2021).

MOREIRA, M. A. **Ensino de Física no Brasil**: Retrospectivas e Perspectivas. Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Editora 4 de abril, 2014.

MUENCHEN, C. *et al.* Reconfiguração curricular mediante o enfoque temático: interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade. In: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 9, 2004. Jaboticatubas. **Atas...** . Sociedade Brasileira de Física, 2004.

OLIVEIRA, M. E. A. *et al.* **A importância das aulas práticas de química para alunos do 2º ano do ensino médio da escola estadual Gabriel Ferreira Teresina-PI**. 54º Congresso Brasileiro de Química. Natal – Rio Grande do Norte, 2014. Disponível em: <encurtador.com.br/irDIN>. Acesso em: 02 jan. 2023.

PAZ, F. S.; **A prática docente do professore de física**: percepções do formador sobre o ensino. 2014. 130f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí. Teresina, 2014.

PIETROCOLA, M. **Ensino de Física**: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Editora UFSC, 2001.

REGINALDO, C. C.; SHEID, N. J.; GÜLLICH, R. I. C. O ensino de Ciências e a experimentação. In: **Atas do IX ANPED SUL - Seminário De Pesquisa Da Região Sul**. Caxias do Sul/RS, 2012. Disponível em: <http://www.ucs.br/etc/conferencias/index.php/anpedsul/9anpedsul/paper/viewFile/2782/286>. Acesso em: 02 jan. 2023.

ROSA, C. W; ROSA, A. B. O Ensino de ciências (Física) no Brasil: da história às novas orientações educacionais. **Revista Ibero-Americana de Educação**, n. 58/2, 2005.

SANTOS, A. **Gestão estratégica**: conceitos, modelos e instrumentos. Lisboa: Escolar Editora, 2008.

SASAKI, D. G. G.; JESUS, V. L. B. Avaliação de uma metodologia de aprendizagem ativa em óptica geométrica através da investigação das reações dos alunos. **Revista Brasileira do Ensino de Física**, v. 39, n. 2, p. 1-10, 2017.

SOUSA, J. M.; MALHEIROS, A. P. S.; FIGUEIREDO, N. Desenvolvendo práticas investigativas no ensino médio: o uso de um objeto de aprendizagem no estudo da força de Lorentz. **Caderno Brasileiro de Ensino De Física**, v. 32, n. 3, p. 988-1006, dez. 2015. Disponível em: periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2015v32n3p988. Acesso em: 28 jan. 2023.

TORRES, A. R. **Educação em energia elétrica**: uma proposta didática para EJA, 99f. Dissertação (Mestrado). Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Belo Horizonte, MG, 2013.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ. **Projeto Político do Curso Licenciatura em Educação do Campo/Ciências da Natureza.** Campus Senador Helvídio Nunes de Barros, UFPI, PICOS-PIAUÍ, 2017.

YIN, R.K. **Estudo de Caso:** planejamento e métodos. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2001, p.19.

► **Capítulo 10**

ENSINO DE FÍSICA NA PERSPECTIVA HISTÓRICO- CRÍTICA: O CASO DE UM CURSO DE NIVELAMENTO

Alexandre Leite dos Santos Silva

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O objetivo deste texto é apresentar reflexões balizadas na pedagogia histórico-crítica provenientes da experiência em um curso de nivelamento de física vinculado a um projeto de ensino da Universidade Federal do Piauí. Estas reflexões resultaram do seguinte problema de pesquisa: como é possível materializar a pedagogia histórico-crítica na prática de ensino de física?

Este problema é importante na medida em que continua no cenário acadêmico o debate sobre a necessidade de superar o ensino tradicional de física e de buscar um ensino crítico e próximo da realidade dos estudantes (MOREIRA, 2021). Nessa direção, tem-se alguns trabalhos relativamente recentes já publicados sobre o ensino de física na perspectiva histórico-crítica (SILVA; TRENTIN; LOCATELLI, 2020; COUTO; SILVA; MALACARNE, 2020; BATISTA; SOUZA, 2021; SILVA, 2022). Este trabalho soma-se aos demais na medida em que traz a pedagogia histórico-crítica para o ensino de física na articulação dialética entre teoria e prática no contexto de um curso universitário.

PEDAGOGIA HISTÓRICO-CRÍTICA

A pedagogia histórico-crítica, segundo Saviani (2021b), é uma corrente pedagógica que surgiu no início dos anos de 1980 em reação às pedagogias não críticas e às crítico-reprodutivistas. Uma de suas características destacadas reside em explicitar a relação de determinação e de reciprocidade entre a prática social e a prática educativa.

Nesta perspectiva, a prática educativa envolve

[...] produzir, direta e intencionalmente, em cada indivíduo singular, a humanidade que é produzida histórica e coletivamente pelo conjunto dos homens. Assim, o objeto da educação diz respeito, de um lado, à identificação dos elementos culturais que precisam ser assimilados pelos indivíduos da espécie humana para que eles se tornem humanos e, de outro lado e concomitantemente, à descoberta das formas mais adequadas para atingir esse objetivo (SAVIANI, 2021b, p. 13).

Esses elementos culturais devem se apresentar na escola como conteúdos clássicos, que têm resistido ao tempo e constituem-se em essenciais para a emancipação e o protagonismo da classe trabalhadora para uma mudança na estrutura social e econômica com vistas à superação da sociedade de classes. Quanto à forma adequada para que o objetivo da prática educativa seja atingido, Saviani (2021a) propõe um método, sob o materialismo histórico-dialético, composto por passos como a prática social inicial, a problematização, a instrumentalização, a catarse e a prática social final. Esses passos não são etapas lineares, mas integram-se no processo de ensino-aprendizagem para o desenvolvimento do pensamento empírico ao concreto, passando pela abstração de cunho teórico (SAVIANI, 2019).

A prática social refere-se tanto à realidade imediata, cotidiana, como a genérica (GASPARIN, 2020). Na prática social inicial, a visão

dos alunos sobre a sua realidade pode ser, de forma geral, confusa, caótica, fragmentada, estática e linear. Na prática social final, os alunos terão uma visão totalizadora e dialética da realidade e condições de projetar ações para a sua transformação (GASPARIN, 2020).

Segundo Saviani (2021a), a prática social é o ponto de partida e de chegada do método, de um nível sincrético ao sintético, perpassada pela (i) problematização, em que são identificados os seus principais problemas em articulação com o conteúdo programado; (ii) pela instrumentalização, em que são apropriados, por meio de técnicas didáticas (GERALDO, 2009), os instrumentos teóricos e práticos necessários para a análise e interpretação dos problemas; e pela (iii) catarse, em que é elaborada a expressão da nova forma de compreensão da realidade, inclusive os seus problemas.

Este método é baseado em uma didática que busca estimular a iniciativa e o diálogo entre os alunos e o professor, mas sem subtrair o valor do conhecimento historicamente acumulado (GASPARIN, 2020). Também leva em conta os interesses, o contexto, os perfis e ritmos dos alunos, mas sem perder de vista a necessidade de sistematização do conhecimento de acordo com cada nível de desenvolvimento (SAVIANI, 2021a).

METODOLOGIA DA PESQUISA

A pesquisa ocorreu no contexto de um curso de nivelamento de física, realizado semanalmente com uma turma de seis estudantes entre agosto e setembro de 2022, em uma sala do *campus* Senador Helvídio Nunes de Barros (Picos, PI) da Universidade Federal do Piauí. O curso tem sido ofertado e coordenado regularmente nos últimos anos pela Assessoria de Ensino do referido *campus* e visa dar subsídios para estudantes universitários cursarem as disciplinas de física em diversos cursos de graduação, como Ciências Biológicas, Educação do Campo (com habilitação em Ciências da Natureza), Enfermagem, Matemática, Medicina e Nutrição. Houve uma interrupção do curso

nos anos de 2020 e 2021, devido à pandemia de Covid-19, retornando em 2022, presencialmente, sob o Protocolo Geral de Biossegurança da instituição.

Ossujeitos da pesquisa foram o professor, um dos pesquisadores, e todos os seis estudantes da turma, sendo dois homens e quatro mulheres, dos cursos de Educação do Campo e Matemática. A identidade dos estudantes foi preservada por motivos éticos da pesquisa.

A metodologia adotada foi o estudo de caso. Este é caracterizado pela interpretação em contexto, a abertura a novos elementos que podem emergir na investigação, o retrato da realidade de forma completa e profunda, o uso de variedades de fontes de informação, a explicitação de experiência vicária dos pesquisadores e a revelação de pontos de vistas dos sujeitos envolvidos (LÜDKE; ANDRÉ, 2013).

Acoletadedadosaconteceupormeio da observação participante. A observação participante foi adequada para se fazer a “descrição fina” (CHIZZOTTI, 2010, p. 90) dos componentes das situações de ensino-aprendizagem do curso. A observação participante pode incluir, além da observação direta, outros procedimentos, como a análise documental, a entrevista, a participação e introspecção do pesquisador. Segundo Lüdke e André (2013, p. 32), é “uma estratégia que envolve, pois, não só a observação direta mas todo um conjunto de técnicas metodológicas pressupondo um grande envolvimento do pesquisador na situação estudada”. Assim, na observação participante é comum o pesquisador ser também sujeito da pesquisa.

Neste caso, os registros foram feitos na forma de anotações escritas, fotografias, entrevistas, teste e um formulário aplicados durante o curso. A observação direta, registrada em um Diário de Bordo, consistiu na descrição das atividades realizadas a cada dia de aula e no grupo virtual da turma (na plataforma do aplicativo *WhatsApp*), colagem de fotografias e anotações das reflexões a partir do referencial teórico. Não houve um roteiro de observação, mas buscou-se fazer a anotação de cada passo do método adotado, incluindo os

registros feitos no quadro-branco. Um teste foi aplicado no início do Curso a fim de se fazer um diagnóstico de seus conhecimentos básicos de pré-cálculo. Este diagnóstico foi complementado com entrevistas (gravadas), em que os estudantes narraram sobre a sua experiência e dificuldades com a física provenientes da educação básica, bem como sobre as suas expectativas em relação ao curso. No fim, foi aplicado um questionário para que os estudantes avaliassem a sua experiência com o curso.

Os dados foram analisados por meio da análise temática, segundo Braun e Clarke (2006). Nesta direção, foram seguidas as etapas de familiarização com os dados, codificação e identificação dos temas emergentes e verificação e determinação dos núcleos temáticos.

O CURSO

O curso foi planejado para nove encontros de quatro horas, totalizando uma carga horária de 36 horas, aprovado como Projeto de Ensino pela Pró-Reitoria de Ensino de Graduação da Universidade Federal do Piauí. Tinha como objetivo geral amenizar a carência de conhecimentos decorrente da formação na educação básica e a melhoria do desempenho acadêmico dos discentes durante a sua formação acadêmica na graduação. O conteúdo básico do curso, divulgado pela Assessoria de Ensino inicialmente como introdutório e sobre o movimento, foi redefinido e detalhado após a avaliação diagnóstica. Com isso, o conteúdo foi programado conforme o Quadro 01.

Quadro 01 – Programação do curso

Encontro	Conteúdo programado
01	Introdução ao curso Avaliação diagnóstica
02	Grandezas e medidas: história
03	Conversão de medidas
04	Conversão de medidas
05	Notação científica Algarismos significativos
06	Algarismos significativos Análise dimensional
07	Grandezas vetoriais e operações com vetores
08	Instrumentos de medida e aplicações
09	Revisão

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Ao longo do curso foram adotados os passos do método da pedagogia histórico-crítica (SAVIANI, 2021a). A avaliação se deu por meio do registro da participação e frequência, além de testes com questões objetivas e discursivas. Um grupo via *WhatsApp* foi criado com a turma para facilitar a comunicação e o encaminhamento de materiais. Segue uma breve descrição dos pontos altos de cada encontro.

No primeiro encontro, o professor se apresentou e falou do curso (objetivo, conteúdo inicialmente planejado, método e avaliação). Depois, os estudantes se apresentaram. Em seguida, após uma breve introdução sobre a importância da avaliação diagnóstica e necessidade de ajustes no planejamento, foi aplicado um teste com 10 questões de pré-cálculo. Enquanto a turma respondia o teste na sala, o professor fez entrevistas individuais com os alunos do lado de fora e em frente a sala, em um dos pátios do *campus*.

No segundo encontro, iniciou-se uma breve palestra introdutória sobre a importância da física e do conhecimento sobre o movimento, finalizando sobre o papel das medidas padronizadas. Então, deu-se início à construção coletiva de perguntas sobre as medidas padronizadas. Além das colocadas pelo professor, seguem algumas perguntas sugeridas pelos estudantes: como se desenvolveram historicamente as medidas padronizadas? Por que os objetos diferentes são mensurados de formas diferentes? À medida que as perguntas eram sugeridas, o professor as registrava no quadro branco. Em seguida, as perguntas pertinentes ao conteúdo programado foram sistematizadas em suas dimensões em um esquema (Quadro 02) compartilhado no quadro branco com a turma, depois disponibilizado no grupo do *WhatsApp*.

Quadro 02 - Problematização

Problemas	Dimensões
Como se desenvolveram as medidas?	Histórica
As medidas surgiram para atender a quais necessidades e interesses?	Histórica, Social, Econômica
Por que determinados objetos são mensurados de forma diferente?	Social, Econômica, Científica
Quais os padrões de medida de comprimento, área, volume e tempo?	Social, Científica
Como fazer a conversão de medidas?	Científica
Qual a utilidade desse estudo e como ele pode mudar a minha vida?	Social
Que instrumentos precisamos saber utilizar para medir?	Social, Científica
Como fazer a análise dimensional?	Científica

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Após a problematização, o professor distribuiu dois textos impressos sobre o desenvolvimento histórico da padronização das

medidas. A leitura foi feita em voz alta de forma alternada pelos estudantes da turma. Depois da leitura do texto, pequenos grupos discutiram entre si e com a turma sobre como os textos subsidiaram as respostas para as perguntas sobre a história dos padrões de medição, necessidades e interesses por trás dessa padronização e a diversidade de unidades e padrões. Durante a discussão, viu-se a necessidade de inclusão de mais um problema com dimensões científica, social e econômica: quais instituições são responsáveis pela padronização e fiscalização das medidas padronizadas no Brasil? Visam a atender a quais interesses? Foi sugerido que todos fizessem pesquisas complementares sobre o fundo histórico-social da padronização das medidas na *web*. Foram apontadas algumas fontes e como utilizar as ferramentas de pesquisa do *Google*.

No terceiro encontro, continuando o processo de instrumentalização, foram feitas demonstrações e exercícios sobre a conversão de medidas de comprimento, área, volume e tempo. Os exercícios foram realizados tanto no caderno como no quadro branco. No quadro branco, os estudantes se alternavam e havia participação coletiva no desenvolvimento das respostas.

O quarto encontro não houve devido a uma virose com o professor, algo comunicado no grupo do *WhatsApp*. Foi então substituído por uma atividade remota: uma lista com exercícios sobre conversão de medidas.

No quinto encontro, foram consideradas as operações com potências de 10 (após uma revisão das regras de potenciação) e notação científica. Novamente, foram feitos exercícios no quadro branco e no caderno.

No sexto encontro, o tema, após tratar-se das grandezas escalares e vetoriais na física, foi operações com vetores. Foram feitos exercícios no quadro e no caderno, além de uma lista com problemas para ser resolvida em casa.

No sétimo encontro, houve a continuidade do estudo sobre operações com vetores, incluindo dados históricos sobre que

necessidades impulsionaram o seu desenvolvimento na matemática e na física. Neste encontro, também foi feita a revisão sobre as relações trigonométricas, utilizadas nas operações com vetores. Dados históricos sobre a trigonometria também foram considerados.

Antes do oitavo encontro foram encaminhados pelo professor no grupo da turma do *WhatsApp* arquivos e *links* de sites sobre o Sistema Internacional de Unidades (SI), o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro) e o Instituto de Metrologia do Estado do Piauí (Imepi). Assim, no oitavo encontro, foi feita a discussão com a turma, com base em pesquisas dos estudantes sobre as instituições brasileiras responsáveis pela padronização das medidas, a legislação e os interesses de classe envolvidos nessa matéria.

Também no oitavo encontro, houve um destaque para a catarse, com a elaboração de um quadro (Quadro 03) com os problemas efetivamente estudados e suas respectivas dimensões. O quadro foi utilizado como instrumento para a revisão dos conteúdos estudados.

Quadro 03 - Catarse

Problemas	Dimensões
Como se desenvolveram as medidas?	Histórica
As medidas surgiram para atender a quais necessidades e interesses?	Histórica, Social, Econômica
Por que determinados objetos são mensurados de forma diferente?	Social, Econômica, Científica
Quais os padrões de medida de comprimento, capacidade e tempo?	Social, Científica
Como fazer a conversão de medidas?	Científica, Social
Qual a utilidade desse estudo e como ele pode mudar a minha vida?	Social, Científica (como conhecimento prévio para o prosseguimento dos estudos) e Econômica
Que instituições são responsáveis pela padronização e controle das medidas no Brasil?	Social, Científica e Econômica
O que são grandezas escalares e vetoriais?	Científica, Social

Como fazer a notação científica?	Científica, Social
Qual a importância e que necessidades levaram à emergência dos vetores?	Histórica, Científica, Social
Como fazer operação com vetores?	Científica
O que são Algarismos significativos? Qual a sua importância e como determiná-los?	Científica

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Em seguida, ainda no oitavo encontro, na prática social final, foi elaborado de forma coletiva no quadro (Quadro 04) um conjunto de ações que poderiam ser tomadas por cada sujeito, professor e alunos.

Quadro 04 – Prática social final

Ações	Dimensões
Ler os rótulos dos produtos	Social, Econômica
Reclamar sobre discrepâncias de medidas ou sobre a quantidade inapropriada de ingredientes aos órgãos cabíveis	Social, Econômica
Fazer conversão de medidas no dia-a-dia	Social, Econômica, Científica
Instruir e orientar outros quanto à importância de ler rótulos e fazer as reclamações	Social, Econômica, Científica
Continuar os estudos de Física	Científica
Usar o conhecimento adquirido para a iniciação científica em Ciências da Natureza	Científica
Instruir outros quanto à conversão de medidas e demais conteúdos aprendidos	Científica, Social

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Tanto o Quadro 03 como o Quadro 04 foram encaminhados em arquivos separados no grupo do *WhatsApp*. No último e nono encontro, houve uma recapitulação complementar dos conteúdos, com base nas listas de exercícios e problemas encaminhadas no

grupo do *WhatsApp*. Em seguida, houve um momento de recreação e socialização com um café. Os estudantes foram informados que receberiam um *link* no grupo do *WhatsApp* com um formulário para avaliarem o curso.

Durante cada encontro, foi feito no início de cada sessão uma revisão de conteúdos considerados na semana anterior. Ao fim de cada encontro, foi realizada uma revisão do conteúdo do dia e da sua importância para a compreensão da realidade e para futuros estudos sobre o movimento.

REFLEXÕES DA PESQUISA

Embora não tenha o regramento presente em uma disciplina de graduação, a partir do curso de nivelamento foi possível tecer algumas considerações sobre o ensino de física na perspectiva histórico-crítica. Algumas delas emergiram ao longo de reflexões feitas e registradas durante o processo. Seguem os núcleos temáticos provenientes da análise.

PLANEJAMENTO FLEXÍVEL

O planejamento do ensino, sob qualquer perspectiva pedagógica, exige flexibilidade porque é realizado tendo em vista possibilidades de mudanças ao longo do processo educativo (VASCONCELOS, 2002). Mas na pedagogia histórico-crítica exige mais ainda devido ao papel determinante da prática social inicial e da problematização na redefinição dos conteúdos que serão ensinados. À medida que o professor vai descobrindo o que os alunos já sabem e, com a colaboração deles, quais os problemas mais importantes da sua realidade imediata e genérica fazem face ao tema de estudo, emerge a demanda de alteração na programação dos conteúdos (GASPARIN, 2020).

Ao longo do processo, também pode ocorrer mudanças em virtude de imprevistos e decorrentes do ritmo da turma. Neste estudo de caso, a programação do conteúdo passou por diversas etapas de

mudança. A primeira foi após a avaliação diagnóstica e o momento de problematização, que levaram à necessidade de incluir conteúdos de cálculo e geometria analítica na programação. Uma semana de gripe do professor afetou também o planejamento, mesmo com a alternativa de uma atividade remota assíncrona. Além disso, alguns conteúdos acabaram demandando mais tempo do que o planejado, como o ensino de conversão de medidas de comprimento, área e volume e operações com vetores, por conta da dificuldade dos estudantes. Relações trigonométricas, que não estavam no planejamento inicial, foram incluídas devido às dificuldades dos estudantes e por serem pré-requisitos para a operação com vetores. Enquanto alguns conteúdos foram incluídos, outros foram excluídos, devido à limitação temporal do curso, como o estudo sobre instrumentos de medição.

Devido a essa flexibilidade e fato dos momentos do método não serem restritos a cada aula, tendo se desenrolados ao longo do curso, achou-se mais adequado o registro como plano de ensino em vez da adoção de planos de aulas. O registro também na forma de sequências didáticas (ZABALA, 1998) se mostrou eficaz para um melhor planejamento de cada passo do método.

PASSOS NÃO LINEARES

Os cinco passos (prática social inicial, problematização, instrumentalização, catarse e prática social final) do método da pedagogia histórico-crítica não são lineares. Conforme Saviani (2019):

[...] é preciso ter presente o caráter dialético da teoria, pois não se trata de uma relação mecânica entre os passos do método, que determinaria que primeiro se realizaria o passo da problematização, depois a instrumentalização e, no momento seguinte, a catarse. Na verdade, esses momentos se imbricam (SAVIANI, 2019, p. 141).

Assim, esses momentos podem se sobrepor. Por exemplo, conforme Saviani (2019), durante a problematização pode ocorrer parte da instrumentalização, ao mesmo tempo, na medida em que a elaboração de alguns problemas exija a apreensão de alguns conceitos e significados, que se tornarão instrumentos para a leitura da realidade.

Neste estudo, durante a problematização continuou se processando durante a instrumentalização. Por exemplo, o problema “Que instituições são responsáveis pela padronização e controle das medidas no Brasil?” emergiu em meio às discussões sobre a história da metrologia.

PARTICIPAÇÃO E APRENDIZAGEM COLETIVOS

O desenvolvimento intelectual é consequência da aprendizagem, que é um processo social (VYGOTSKY, 1994). Este pressuposto da teoria histórico-cultural é também adotado na pedagogia histórico-crítica (DUARTE, 2013).

No presente estudo, percebeu-se o papel do coletivo para a aprendizagem enquanto os estudantes discutiam e se auxiliavam na realização dos exercícios e problemas no quadro branco. Além da quantidade de questões que levou dialeticamente a um salto qualitativo, houve também a contribuição das interações que aconteciam a todo momento em sala de aula. Isto foi constatado tanto por meio da observação direta das interações, como por meio de enunciados dos sujeitos. Por exemplo, durante um exercício de conversão de medidas de área utilizando a tabela de unidades, com múltiplos e submúltiplos do metro quadrado, viu-se estudantes sentados em suas cadeiras explicando para uma estudante que estava em pé tentando resolver no quadro branco, como desenhar a tabela e como alterar a posição da vírgula.

A MULTIDIMENSIONALIDADE DOS CONTEÚDOS

Da problematização ao momento da prática social final, foi

realizado o exercício de relacionar os problemas da física com as múltiplas dimensões da realidade, como a social, a econômica, a científica e a histórica (GASPARIN, 2020). Alguns problemas foram imbricados a mais de uma dimensão desde o momento da problematização. Em outros casos, foi ao longo do processo de aprendizagem que professor e estudantes viram a necessidade de incluir dimensões em determinados problemas. Por exemplo, perceberam que a aprendizagem sobre conversão de medidas tinha importância não só científica, mas também social, por vislumbrarem a sua utilidade na vida cotidiana.

Considerar o conhecimento físico em dimensões que vão além da científica, implica em uma atitude interdisciplinar do professor. Exige também esforços deste para se familiarizar com as aplicações da física e com o seu desenvolvimento histórico. Conforme Gasparin (2020, p. 46): “Para o professor implica uma nova maneira de estudar e preparar o que será trabalhado com os alunos: o conteúdo é submetido a dimensões e questionamentos que exigem do mestre uma reestruturação do conhecimento que já domina”. Neste caso estudado, foi necessário que o professor estudasse previamente por textos sobre a história da metrologia e desenvolvimento do cálculo vetorial.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um desafio encontrado neste trabalho foi conduzir a pesquisa de forma a capturar de forma dialética como o curso se refletiu em ações fora do contexto acadêmico e, por conseguinte, na prática social dos estudantes, o que requereria um estudo longitudinal. Outra limitação encontra-se no formato do curso, que permitiu uma maior liberdade de escolha e mobilização dos conteúdos em comparação com uma disciplina de graduação, geralmente engessada pelo projeto pedagógico.

Uma recomendação para futuras pesquisas nesta perspectiva é o estudo em meio a uma equipe interdisciplinar, que dê conta dos aspectos específicos da física, mas também pedagógicos, psicológicos

e filosóficos, já que a pedagogia histórico-crítica encontra-se alinhada à concepção materialista e histórico-dialética de mundo e aos pressupostos da teoria histórico-cultural.

O presente relato de uma pesquisa-experiência mostrou o potencial inovador da pedagogia histórico-crítica para o ensino de física. Trata-se de uma perspectiva que pode contribuir para superar o ensino tradicional de Física e promover um ensino interdisciplinar, crítico e próximo da realidade imediata e genérica dos estudantes. Por se voltar sobre a prática social, a pedagogia histórico-crítica também pode levar a ações transformadoras ao passo que vislumbra a formação dos trabalhadores para uma sociedade sem classes.

REFERÊNCIAS

BATISTA, M. M. S.; SOUZA, D. N. Ensino de termologia: uma proposta de sequência didática baseada na pedagogia histórico-crítica. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 12, e469101220851, 2021.

BRAUN, V.; CLARKE, V. Using thematic analysis in psychology. **Qualitative Research in Psychology**, [S. l.], v. 3, n. 2, p. 77-101, 2006.

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa em ciências humanas e sociais**. São Paulo: Vozes, 2010.

COUTO, C. B. D.; SILVA, D.; MALACARNE, V. Reflexões epistemológicas acerca das Diretrizes Curriculares da Educação Básica para a disciplina Física no Estado do Paraná. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 7, p. 51805-51818, 2020.

DUARTE, N. Vigotski e a pedagogia histórico-crítica: a questão do desenvolvimento psíquico. **Nuances: estudos sobre Educação**, Presidente Prudente, v. 24, n. 1, p. 19-29, 2013.

GASPARIN, J. L. **Uma didática para a pedagogia histórico-crítica**. 5. ed. Campinas: Autores Associados, 2020.

GERALDO, A. C. H. **Didática das ciências naturais: na perspectiva histórico-crítica**. Campinas: Autores Associados, 2009.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. 2. ed. São Paulo: E.P.U., 2013.

MOREIRA, M. A. Desafios no ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, n. 1, e2020451, 2021.

SAVIANI, D. **Pedagogia histórico-crítica, quadragésimo ano**: novas aproximações. Campinas: Autores Associados, 2019.

SAVIANI, D. **Escola e democracia**: teorias da educação, curvatura da vara, onze teses sobre educação e política. 44. ed. Campinas: Autores Associados, 2021a.

SAVIANI, D. **Pedagogia histórico-crítica**: primeiras aproximações. 12. ed. Campinas: Autores Associados, 2021b.

SILVA, B. R.; TRENTIN, M. A. S.; LOCATELLI, A. Primeiras aproximações da pedagogia histórico-crítica e a abordagem CTS: ensino da 1ª lei de Newton. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 11, e1479119593, 2020.

SILVA, A. L. S. **Ensino de Física na Educação do Campo**: perspectiva histórico-crítica. Teresina: Edufpi, 2022.

VASCONCELLOS, C. S. **Planejamento**: projeto de ensino-aprendizagem e Projeto Político Pedagógico: elementos metodológicos para elaboração e realização. 10. ed. São Paulo: Libertad, 2002.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1994.

ZABALA, A. **A prática educativa**: como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.

► Capítulo 11

ESCLARECIMENTO (AUFKLARUNG), FORMAÇÃO CULTURAL (BILDUNG) E EXPERIÊNCIA (ERFAHRUNG) NO ENSINO DE FÍSICA

Fernando Alves de Andrade

O presente trabalho tem a pretensão de provocar algumas reflexões acerca da relação entre os fundamentos epistemológicos relacionados à feitura da Física como ciência e da Física como atividade escolar, apontando para uma necessidade de compreender a relação do ser com o saber a partir do desejo de reconstituição de uma experiência em um mundo contemporâneo marcado pela fragmentação e pela superficialidade das relações do ser humano com a realidade, com o cotidiano e com o próprio ser humano. Nesse aspecto acreditamos que as dificuldades enfrentadas por professores e alunos no que diz respeito ao ensino e aprendizagem da Física como disciplina escolar transcende as discussões sobre as políticas educacionais, os métodos utilizados, os materiais didáticos empregados, atingindo as bases do projeto da modernidade. Para alcançarmos nosso objetivo vamos transitar pelos conceitos iluministas de Esclarecimento (Aufklärung) e de Formação Cultural (Bildung) tidos como duas expressões da modernidade e que possuem importantes implicações para o Ensino de Física e finalizamos apontando para possibilidade de repensarmos o Ensino de Física como uma atividade capaz de fomentar o resgate

da Experiência (Erfahrung). A presente elaboração teórica é fruto da pesquisa realizada entre 2018 e 2020, no Colégio Militar Tiradentes V no município de Timon e que culminou com a dissertação de mestrado intitulada *Uma proposta de Estratégia Didática Incorporando Elementos de História e Filosofia da Ciência a partir dos Processos de Eletrização*, defendida em 2021 no PPG do MNPENF UFPI.

Talvez uma das principais expressões da modernidade no cotidiano escolar é o adiamento da consumação da prática educativa a ser efetivada em um futuro sempre adiado ou realizável quando da prestação de exames admissionais para o ingresso no ensino superior ou em concursos públicos. Assim, na efetividade da escolarização, o ser tem como horizonte a superação de obstáculos na esfera individual e privada. Em um contexto mais amplo, a formação do ser se dá nessa dimensão individual e privada: há um esforço da família para garantir uma formação para seus descendentes que no futuro venha garantir uma ocupação social capaz de suprir essas necessidades, em detrimento da valorização de pautas coletivas como a questão da preservação do meio ambiente, da superação da fome e outros problemas que marcam o tempo presente.

Quando o processo de perda de referências coletivas sucumbe, as práticas sociais ganham contornos artificializados, encobrendo a frieza e o anonimato gerados pela organização do trabalho e fomentando uma existência individual baseada na interiorização do sentimento de posse e da ação orientada para a aquisição de bens de consumo como meio de obter sentido para a vida (MITROVITCH, 2007). Ao corromper valores que foram elaborados na longa experiência tradicional do humano, a partir da mercantilização da vida, a modernidade não só destrói a dimensão comunitária da existência humana como degrada a própria experiência da solidão (KONDER, 1999).

O individualismo moderno, repleto de contradições internas e não plenamente atingido, está intimamente relacionado com a alienação social, uma vez que a indústria cultural produz um indivíduo

ilusório, uma humanidade genérica, efetivando uma inclusão do indivíduo pela exclusão do sujeito, inclusão do indivíduo como força produtiva e consumidor, sendo essa dimensão do consumo a expressão máxima da liberdade individual no seio das democracias contemporâneas (GHIRALDELLI JUNIOR, 2006).

Além disso, a socialização moderna expõe a crença que o homem é livre para fazer suas escolhas e em consequência disso há uma recusa em assumir a responsabilidade pelo mundo, onde seus esforços são concentrados na concretização de metas na esfera privada em detrimento de ações que objetivem solucionar problemas de escala social. Assim o homem, pelo menos no nível da moral e do discurso social se vê cotidianamente frente a problemas que demandam uma ação social coletiva, mas a sua ação não tem dimensão coletiva, recusando a solução de tais problemas. Aqui há uma cisão entre o que se diz e o que se faz, que possui profundas implicações na moralidade política e na educação. Essa é outra contradição da modernidade que influi sobremaneira no processo de formação cultural contemporânea.

As contradições¹ acima elencadas, principalmente a desvalorização social de um saber associado ao velho e à tradição e a ideia de liberdade da ação, engendram uma crise da autoridade² oriunda de uma não responsabilização pelo mundo, encarado como um não lugar geográfico. Essa crise da autoridade atravessa diversas instituições sociais atingindo principalmente a família e a escola,

¹ O caráter contraditório, instável e reflexivo da modernidade emana de seus fundamentos: poder manipulatório instrumentalizado e ideia de progresso, o que proporciona uma negação de outras práticas humanas (SILVA, 2010).

² Com a crise da autoridade e explicitação midiática de que riqueza e pobreza precisam coexistir de modo indissociável como elemento ontológico da condição humana, a humanidade não se sente responsabilizada pela luta contra a desigualdade social. Antes aceita a desigualdade como um dos pilares da organização das sociedades, sem que estas possam ser atribuídas à ação do homem., uma estrutura inconsciente que inibe todo esforço humano para superá-la. Desse modo a competição como valor individual e o discurso escamoteado de meritocracia são legitimados como a única forma possível de sociabilidade (ODÁLIA, 2004).

crise essa escamoteada e domesticada a partir da ótica da indústria cultural, que passa então a normatizar a autoridade. Essa perda da autoridade, como uma contradição interna da modernidade, tanto na vida política como no âmbito social, desautoriza tanto a escola como a família como instituições nas quais o ser possa encontrar referências para a reconstrução da experiência coletiva, pois os sujeitos que materializam tais intuições também se negam a se responsabilizar coletivamente pelo mundo (MITROVITCH, 2007).

Com o esfacelamento da experiência moderna e com a crise da autoridade, onde as pessoas não mais se responsabilizam pelo mundo, o espaço familiar é grassado pelo individualismo e a experiência cede lugar à vivência privada. O homem contemporâneo se volta para o espaço privado, no qual a posse dos bens é compartilhada na família nuclear, criando a ilusão de estar em casa, num mundo alienado. Assim a casa também não é um espaço autêntico para a experiência (MITROVITCH, 2007).

Um grande desafio intelectual é reconstituir a atmosfera da emergência da episteme moderna, conhecida como o Iluminismo, ou Esclarecimento (*Aufklärung*). Diversos elementos foram apresentados como constituintes do processo que culminou com a configuração da Europa como um *lócus* privilegiado de um saber teórico associado a um saber prático, com profundas implicações em inovação nos processos produtivos.

Muitos autores propuseram que a ciência moderna foi também um ato de pensamento, uma mudança de postura filosófica, um desencantamento da natureza, que tornou possível matematizá-la e produzir conhecimentos operacionalizáveis (KOYRÉ, 2006); ganhando destaque nessa empreitada os trabalhos de Galileu Galilei, de René Descartes e Newton.

Nesse contexto, acreditava-se que as leis da natureza estariam prontas no mundo das ideias perfeitas, de forte influência platônica, bastando ao ser conhecedor o esforço de acessar esse universo e de lá revelar, descobrir o saber que jazia no secreto desconhecido. Como

linguagem privilegiada do acesso às verdades eternas a matemática advoga para si a tarefa mediadora de ser a expressão ótima das verdades absolutas que só poderiam ser adquiridas pelo esforço da razão lógica.

Assim os sentidos humanos foram desacreditados como portas de acesso ao conhecimento, por produzir sensações enganosas. Desse modo, foi fortalecida crença no caráter ilusório da experiência vivida, produzindo uma ruptura semântica com a linguagem do sentido comum e a linguagem da Filosofia Natural (SOUZA, 1994).

Para fugir da ilusão do mundo sensível era preciso garantir a neutralidade da racionalidade do ser conhecedor, além de assegurar a objetividade imaculada do conhecimento produzido a partir do distanciamento entre o sujeito do conhecimento e o seu objeto, instaurando uma cisão mais violenta entre a natureza e o ser, o que por sua vez favoreceu o empobrecimento da experiência comunicativa da linguagem científica, distanciando opinião e conhecimento do mundo ordinário do saber elaborado nos moldes dos nascentes métodos científicos.

Na modernidade, o conhecimento e a razão deixam de perseguir um ser para concentrar esforços em um fazer associado ao domínio da natureza³. A razão consegue compreender e reproduzir a estrutura do mundo em sua totalidade, encadeando seus elementos constitutivos, permitindo que esse mundo seja habitado com segurança e comodidade. Assim o humano pode intervir na natureza e nos acontecimentos com o intuito de controlar o desenrolar dos fatos e não mais almejando a transcendência.

Reconhecer os limites da ambição humana de tudo dominar através do saber, é, antes de tudo, compreender a impossibilidade

³[...] a ciência moderna foi absorvida por processos de transformação da civilização ocidental comandados pelo poder político e econômico. Daí que, de tudo o que está incluído no exercício da prática científica, ficassem enfatizadas especialmente suas consequências para o propósito do controle e da previsão, necessários ao aumento da eficácia na produção e na guerra (SILVA, 2010, p. 19). Essa pretensão de controle seria o valor primordial, o que produz um distanciamento e uma oposição à experiência e aos significados humanos.

dos preceitos que fundamentam o conceito de formação moderno. O Esclarecimento (**Aufklärung**), como projeto da filosofia iluminista, propõe a dominação da vida pelo pensamento, a formação como dominação racional do mundo e a supressão da experiência sensível.

Dessa novidade moderna, aparece no sujeito a necessidade de objetivar o mundo, de interpretá-lo mecânica e funcionalmente, da forma que faria um observador externo não envolvido nele, desconfiando ou mesmo negando os seus sentidos como fonte de saber. Dessa feita, a cisão entre conhecimento e sentidos favorece a emergência de um lazer não mais associado à atividade do conhecimento, sendo que o ato do conhecimento é desvalorizado como ação penosa, sem prazer e de cunho utilitarista. Assim o intelectual, mesmo o de carreira, como os pesquisadores e professores, passa a encarar o saber como um estorvo, uma atividade associada à reprodução de sua existência material (ARENDDT, 2007).

A cisão entre o ato de conhecer e a dimensão estética do próprio conhecimento também traz consequências perniciosas para o presente com a perda de sentido do conhecimento. Tal fato, aliado à ausência de referências, provoca a sacralização da urgência, como uma categoria central da existência. Tudo é urgente e o tempo sempre falta, não existe a possibilidade de se entregar a projetos intelectuais que demande um grande intervalo de tempo, o que explicita outra contradição da modernidade: a valorização da informação de caráter utilitarista, fragmentário e pontual e detrimento de um conhecimento sistêmico, passível de nortear as práticas sociais.

A objetivação, a perda da autoridade, a cisão entre o ato de conhecer e as qualidades estéticas do conhecimento, a valorização da informação e o enclausuramento social do ser, na vivência privilegiada da intimidade, provocam o enfraquecimento da possibilidade de experiências coletivas autênticas, esfacelam os vínculos sociais, e convertem a educação em um projeto a-social, eliminando a centralidade dos vínculos éticos e políticos, na elaboração dos saberes, aqueles que permitiriam investir no conhecimento por

motivos afetivos, e não por necessidade econômica (MITROVITCH, 2007). Essas contradições marcam profundamente não só as relações dos sujeitos com o conhecimento como também os processos das trocas sociais do saber, tendo grande impacto na educação e na escolarização.

A formação cultural (**Bildung**)⁴, conceito forjado na modernidade, como sendo uma característica essencial de seu ideal de formação, remete a um processo de elevação cultural e espiritual do ser, pretensamente em direção à universalidade e à perfeição, onde o próprio sujeito, com todas as suas faculdades plenamente desenvolvidas, seria o produtor de si mesmo. Esse ideal assume uma perspectiva de tempo da ordem do que é gradual, e que responde às exigências de uma disciplina social sempre voltada para o futuro – a perspectiva temporal do Esclarecimento (Aufklärung) – onde o presente é sempre uma passagem de um antes para um depois irrealizável (MITROVITCH, 2007). Além dessa consumação sempre adiada e nunca atingida, também exige uma ação individual e solitária, o que acaba por ser associada ao discurso liberal e meritocrático. Ao adotar essa temporalidade a ação antrópica nunca se encerra em si mesmo, é sempre uma transição, o homem se torna meio em si mesmo, sempre se idealizando positivamente em futuro nunca atingido.

No seio da formação moderna, a ação individual encontra o seu extremo desejado no indivíduo autodidata, a singularidade que compreende e revive experiências e valores dos eruditos. O ideal do dom e a figura do gênio solitário são legitimadas pelo discurso que isola o sujeito no seu ato formativo, que então fica intrinsecamente influenciado pela condição social. A função social dessa formação não seria uma vida contemplativa e nem uma vida ativa no ideal

⁴ A Bildung, autoformação e aperfeiçoamento individual, representa o modo alemão de assimilação cultural da herança individualista ocidental, como uma possibilidade de crítica reflexiva. O autocultivo de si é responsável pelo ideal de liberdade política: o cultivo da mente é o que faz o homem livre, sendo a fonte da real liberdade. A tradição germânica assimila esse raciocínio ao extremo: o nível de emancipação individual subordina todos os outros, as convicções são privilegiadas em detrimento da política.

radical da **Bildung**, mas sim o ideal de ascensão social a partir da formação. Uma emancipação para si em detrimento da emancipação dos demais (MITROVITCH, 2007). Esse ideal carrega consigo o culto à privacidade e à propriedade privada, a artificialidade dos laços sociais, a idealização de uma humanidade abstrata e o elogio ao consumo. Assim a autossuficiência e a meritocracia emergem como valores sociais absolutos que garantem a autonomia individual, tida como liberdade (SOUZA, 1994), e o deslocamento do ser em relação ao grupo social ao qual pertence.

O conceito de **Bildung**, como ideal de formação perseguido, possui forte influência e usos em contextos educacionais. Entretanto, não é consumado, pois, exige independência, liberdade, autonomia do ser que conhece; o que entra em contradição com as falidas propostas efetivas do Esclarecimento (**Aufklärung**) nesse sentido. Além disso, diversas características da modernidade, como a mobilidade, a instabilidade, a inquietação, a impaciência, a insatisfação e a ideia de juventude, entram em flagrante contradição com a perspectiva da **Bildung**, pois esta demanda tempo e maturidade. Assim a consumação da **Bildung** seria uma negação da modernidade e dessas características diversas (MITROVITCH, 2007).

Mas o núcleo de engendramento modernidade é a contradição, e no caso da tensão apontada acima, é explicitado o conflito entre duas dimensões da vida moderna que possuem grandes impactos no contexto educativo (MITROVITCH, 2007), onde o velho e a tradição, identificados como depositários de um saber da experiência humana, são desautorizados frente àquilo que se apresenta como o novo, embora superficial. Devido à superficialidade, o que é proposto como conhecimento inédito não consegue dar conta da totalidade do humano, o que provoca uma busca incessante pela novidade, sempre vazia, mas o que é ofertado como novo é sempre a repetição de si mesmo da modernidade travestida em novas roupagens.

Outra contradição entre formação cultural (**Bildung**) e modernidade ocorre no contexto no qual a ciência e a experiência

passam a se identificar uma com a outra. Quando a ciência advoga para si a responsabilidade de produzir conhecimentos pretensamente verdadeiros a partir de um roteiro metodológico. A ciência como lugar privilegiado do método, como um modo seguro de garantir o sucesso da experiência como conhecimento a partir do *ego cogito* cartesiano, pela sua vontade de saber, transforma a experiência tradicional em um saber infinito, sua atenção não se volta apenas para o desvelamento e desencantamento do mundo, mas volta para si mesmo, tornando objeto as suas pretensões e seus elementos internos como meio de qualificar um tipo normatizado de saber frente a uma massa infinita de saberes que dão conta do humano mas que não seguem os critérios do método.

Essa postura acaba por desqualificar como não verdadeiros os conhecimentos produzidos, difundidos, partilhados, vivificados no cotidiano, criando uma cisão entre a verdade científica abstrata e o real desqualificado. Além disso, o discurso científico pautado na experimentação racionalizada como experiência validativa da verdade nega toda a existência de comunidades tradicionais, as formas de educação e transmissão de cultura que não as formas consagradas pela escolarização, mas pela aprendizagem compreendida a partir de Ariès (1981).

Nesse contexto, a formação cultural defendida, elogiada, planejada, pretendida e parcamente efetivada nas sociedades contemporâneas é profundamente marcada pelos diversos encargos e provas da vida material e social que limitam e responsabilizam o sujeito na sua atividade formativa ao passo que ao negar os conhecimentos tradicionais do sujeito contraditoriamente possibilita a elaboração do saber dito científico que tem por objeto a realidade que cerca esse sujeito.

Os fracassos, as contradições e as inconsistências do projeto iluminista de formação cultural (**Bildung**) pode abrir as práticas educativas para uma educação forjada em elementos estéticos, visto que a experiência estética constitui um dos últimos modos de

resistência às violências engendradas pelo capitalismo moderno e contemporâneo, opressão pela racionalidade técnica pretensamente universal. Contrariando essa universalidade técnica e abstrata, o caráter estético no pensamento de Benjamin indica que a perseguida universalidade não precisa ser considerada algo puramente abstrato, como deseja os discursos científicos. A concretude dessa universalidade pode se revelar no singular (MITROVITCH, 2007).

Desde o final do século XVIII, principalmente depois da Revolução Francesa, a educação dos cidadãos passa a ser uma política estatal. Assim, para nortear a implementação dessa política, o Estado adota um modelo idealizado de cidadão a ser conseguido a partir da escolarização fornecida. Porém um efeito dessa ação é a sociedade abrir mão de conscientemente educar seus cidadãos delegando essa responsabilidade exclusivamente para a escola.

Os sistemas educacionais contemporâneos foram forjados na modernidade, mais precisamente quando da constituição dos estados nacionais, da ascensão da burguesia ao poder político e da consolidação do capitalismo (ARIÈS, 1981). Sob o auspício do Esclarecimento (**Aufklärung**), após a Revolução Francesa e influenciada pela Revolução Industrial (RANCIÈRE, 2002), a educação passou a ser encarada como um instrumento eficaz de consolidação da nação. Assim, esses sistemas educacionais possuem uma estreita relação com o projeto de formação cultural da modernidade (**Bildung**), com os pressupostos filosóficos e políticos que sustentam o Estado democrático de direito e com as contradições da modernidade acima apontadas.

A episteme moderna, o Esclarecimento (**Aufklärung**), com o seu projeto de formação cultural (**Bildung**) retira toda a responsabilidade do mundo do conjunto formado pelas mais variadas instituições sociais no que se refere aos processos de trocas de saberes e partilhas dos bens culturais entre as gerações mais velhas (ocupadas demais com a produção capital e com a reprodução da existência material imediata) e as gerações mais novas. Nesse contexto a escola emerge

como a redentora moral e política da sociedade. É através da escola que a formação cultural (**Bildung**) e os ideais do Esclarecimento (**Aukklärung**) seriam plenamente efetivados. Acontece que há uma distância abissal entre discurso, intenção e ação.

Destinado a impor uma concepção comum do mundo e da sociedade, o projeto educacional moderno foi fundamentado numa concepção de tempo regida por categorias como progresso, desenvolvimento, evolução, ascensão. A ilusão de que, quando a instrução fosse geral, acabariam os males da sociedade – como se a educação pudesse substituir as reformas essenciais na estrutura econômica e social, que, estas sim, são requisitos para tentar a melhoria da sociedade e, portanto, dos homens – permeava toda a educação e informava a ideia de escola na modernidade

[...] Resulta daí a apologia da ideologia da adaptação, para a qual o verdadeiro objetivo e função do saber é melhor prover e auxiliar a vida. Ora, o impasse é que ele não resolve os problemas de ordem imediata, mas, ao contrário, adia-os para um amanhã que nunca se realiza, corroborando, assim, o discurso como uma fantasmagoria, quer dizer, como ideologia da intenção e a realidade como conformação ao existente (MITROVITCH, 2007, p. 39).

E não só isso, o projeto de formação cultural moderno (**Bildung**) artificializa e inviabiliza a efetivação dessas pretensões pela redução da educação à escolarização. A escola, instituição extremamente frágil e que ainda sente as dores de seu nascimento, de tão recente que é, pelas diversas imposições a ela imposta, não consegue abarcar os compromissos da humanidade firmada consigo mesma.

Assim a escola, ao par com outras instituições sociais, integra uma rede institucional que garante a coesão social a partir da proposição de normas e valores dominantes. É na escola que, através de uma série de medidas disciplinares (FOUCAULT, 1987) a

singularidade e a interioridade do sujeito são despotencializadas de modo que este é integrado numa sociedade pública e não coletiva. Essa integração produz um efeito de perda de referenciais coletivos em detrimento do individualismo.

É certo que a humanidade sempre aprendeu e continuará aprendendo, mesmo sem a existência das escolas modernas tais como as conhecemos hoje (BRANDÃO, 2007), mas com a consolidação das instituições sociais francesas depois dos eventos de 1789 era preciso ordenar as forças revolucionárias e esvaziar os desejos de igualdade social, a escolarização surge assim com essa tarefa primordial de formar o cidadão político ideal para o exercício da democracia e para o seu aproveitamento otimizado como força produtiva. Assim a instrução passou a ser concebida como instrumento de manutenção da desigualdade social (RANCIÈRE, 2002).

Com esse pressuposto a escola moderna surge como pretensão iluminista de provocar evolução social sem causar rupturas na ordem vigente, o progresso e a coesão social seriam garantidos com a instrução, onde a progressão dos sujeitos seria limitada por suas capacidades individuais em relação aos conhecimentos das matérias e à vigilância de um programa elaborado para satisfazer os interesses formativos de uma idealizada maioria genérica (RANCIÈRE, 2002).

Antes de tentarmos compreender como as contradições da modernidade respingam nos processos de ensino e aprendizagem em Física, precisamos explicitar quatro conceitos com os quais vamos buscar essa compreensão: os conceitos de escolarização e de educação de Ariès e os conceitos de emancipação e de embrutecimento de Rancière.

A educação seria constituída por todos os processos de transmissão de valores e de saberes de uma geração mais velha para uma geração mais nova, no contexto social, pelo contato direto com a tradição, aqui se inclui tanto a educação livresca intelectualizada como a educação prática do fazer (ARIÈS, 1981). Assim educação se apresenta como um fenômeno social muito anterior à escolarização,

visto que a sociedade por muito tempo foi e ainda, por um futuro longe de ser extinto, será um ambiente formativo (ZANETIC, 1989). Ariès conceitua como aprendizagem a educação que se concretiza no ambiente social. A aprendizagem pode ser compreendida como o processo de transmissão de saberes no contexto social da vida cotidiana do aprendiz, seria a educação por todas as instituições sociais possíveis, seria as trocas entre gerações mais velhas e mais novas pelo contato direto entre elas nos mais diversificados contextos.

Já escolarização⁵ surge primordialmente como a pretensão de substituição da aprendizagem como meio de educação eficaz. Isso quer dizer que a criança deixou de ser misturada com os adultos e de aprender a vida diretamente, através do contato com eles. Assim, a criança, enclausurada na escola (como os loucos, os pobres e as prostitutas) (FOUCAULT, 1987), foi separada dos adultos e mantida à distância numa espécie de quarentena, antes de ser solta no mundo. Esse enclausuramento pode ser compreendido como escolarização (ARIÈS, 1981).

Na escolarização, segundo a orientação política e filosófica das práticas sociais pretendidas pela escola pode ocorrer dois processos de instrução que se opõem por finalidade: o embrutecimento e a emancipação. O embrutecimento seria a instrução que, sob o auspício da marcha triunfal do progresso, confirma a incapacidade de redução das desigualdades sociais pelo ato que se pretende reduzir tal desigualdade. Já a emancipação seria o relutante esforço de, mesmo com uma recusa deliberada de se reconhecer, desenvolver todas as consequências desse reconhecimento. No contexto da emancipação a instrução não objetiva aproximar o aprendiz da igualdade pelo conhecimento, mas sim obrigar a quem quer que seja a reconhecer a igualdade das inteligências, emancipar a inteligência (RANCIÈRE, 2002).

⁵ Família e escola retiram juntas a criança do mundo dos adultos, submetem-na a um regime disciplinar rigoroso, privam-na de liberdade. Aprendizagem cede lugar a escolarização, esta última protegida pela justiça e pela política. Devido a sua grande autoridade moral a escola passa a ser um dos pilares da civilização moderna (ARIÈS, 1981)

Esses quatro conceitos não tratam diretamente do programa curricular a ser ministrado, não tratam das técnicas eficazes de tudo ensinar a quem quer que seja. Antes eles apontam que o problema da eficácia ou não de um dado programa metódico ou curricular deve ser enfrentado como um problema antes de tudo filosófico e político. Sem o enfrentamento dos problemas nesses dois âmbitos, todo e qualquer método, currículo ou programa tem fortes possibilidades de não lograr êxito para o qual foi pensado.

No que se refere ao cotidiano escolar, mais uma outra contradição da modernidade se explicita, vez que o ponto de partida da ação pode invalidar o resultado desta mesma ação

[...] o poder da igualdade residia, ao contrário, na universalidade de um saber igualmente distribuído a todos, sem considerações de origem social, em uma Escola bem separada da sociedade. Entretanto, o saber não comporta, por si só, qualquer consequência igualitária. A lógica da Escola republicana de promoção da igualdade pela distribuição do universal do saber faz-se sempre, ela própria, prisioneira do paradigma pedagógico que reconstitui indefinidamente a desigualdade que pretende suprimir. A pedagogia tradicional da transmissão neutra do saber, tanto quanto as pedagogias modernistas do saber adaptado ao estado da sociedade[...]. Todas as duas tomam a igualdade como objetivo, isto é, elas tomam a desigualdade como ponto de partida. (RANCIÈRE, 2002, p. 12)

Com esse ponto de partida o desejo é diminuir a desigualdade o máximo possível pela diminuição do distanciamento do sujeito em relação ao conhecimento a ser dominado, sendo essa a função da escolarização nos estados modernos e contemporâneos.

Na aurora do Esclarecimento (**Aufklärung**), a burguesia se percebeu como classe social, um agente histórico capaz de orientar e

acelerar ou retardar os acontecimentos a partir da ação balizada pela informação; com isso se autodeclarou depositária do passado humano e guardiã dos projetos de futuro. Leituras de passado, compreensão do presente e projeção de futuro passam a ser efetivados a partir da ótica dessa classe social (ODÁLIA, 2004). Como ela não tem condição de efetivamente controlar a totalidade social, coloca seu ponto de vista em uma perspectiva totalizante abarcando os processos de trocas culturais e as formas como os saberes são compartilhados, incluindo nesse bojo a educação como processo formativo escolar.

A escolarização, importante instrumento formativo fomentado numa sociedade de classes, é um projeto impulsionado pelos Estados Nacionais, nesse contexto a educação pode atuar como instrumento de controle social, quando a partilha do conhecimento ocorre desvinculadas da realidade⁶, produzindo um pensamento alienado do ser social que o pensa (ZANETIC, 1989); ou pode ainda atuar no sentido contrário.

A pretensão de homogeneização a partir do fluxo incessante de mercadorias e das relações de trocas, pelo menos no plano do discurso, elimina as fronteiras entre as classes possibilitando que todos exerçam a liberdade do consumo, buscando todos ajustar nesse espaço e tempo homogêneos. Mas a sociedade tem seus selvagens a civilizar, cabendo à escola superar a distância entre a igualdade de condições proclamada e a desigualdade existente, cada vez mais instada a reduzir as desigualdades tidas como residuais, eis a contradição (RANCIÈRE, 2002). Essa contradição resvala em outras contradições que apontam para as dimensões política e filosóficas do ato educativo.

⁶ [...] a educação acaba por fortalecer o imobilismo social, ao desempenhar seu papel de transmissão do patrimônio cultural baseada numa temporalidade presa ao passado ou, o que é pior, presa ao presente. Soldado à rede unidimensional da adaptação ao existente, o passado se transforma em peso morto, um acúmulo de quinquilharias obsoletas a ser decorado para a prova bimestral ou listado em múltiplas alternativas a serem escolhidas com um “x”, na hora do vestibular. (MITROVITCH, 2007, p. 84). Dessa forma as provas de múltiplas escolhas desvalorizam o percurso do raciocínio, privilegiam a informação em detrimento da formação, e esvaziam o sentido da educação, restando apenas a dimensão do embrutecimento da escolarização (ZANETIC, 1989).

Uma contradição entre o caráter instrumental da ação educativa e a ausência de fundamentos filosóficos e políticos explícitos norteadores dessa ação pode ser identificada na contemporaneidade onde a era do progresso, e aperfeiçoamento tecnológico, testemunha a proliferação e aperfeiçoamento de uma infinidade de métodos e técnicas de explicação, de fazer compreender e de ensinar (RANCIÈRE, 2002). Uma grande demanda de recursos e esforços são empregados em pesquisas tanto no nível da graduação quanto no nível da pós-graduação que problematizam a criação de ferramentas e instrumentos capazes de otimizar as relações de ensino e aprendizagem no contexto escolar. Acontece que um dos principais motivos da falência da experiência da escolarização não diz respeito ao seu caráter metodológico, antes de tudo a sua ineficácia se dá no plano da ausência de fundamentos filosóficos e políticos claros que consigam dar conta do pressuposto da inclusão ou da exclusão social (BRANDÃO, 2007).

Ao concentrar esforços no caráter metodológico e não ponderar as dimensões filosóficas e políticas, a ação educativa, silenciosamente, passa a corroborar as contradições entre Esclarecimento (**Aufklärung**), formação cultural (**Bildung**) e modernidade. Ao agir desse modo, a prática escolar se aproxima da escolarização e do embrutecimento. Mas ao ponderar as contradições da modernidade, concentrando esforços para superá-las, as ações desenvolvidas no ambiente escolar buscam resgatar as qualidades positivas da educação ao se aproximar do ideal de emancipação.

As características contraditórias, mais do que uma negação da modernidade, acabam por ser os elementos que garantem a perpetuidade desta a partir da tensão entre educação e formação cultural (**Bildung**). Essa tensão expressa o caráter paradoxal da própria modernidade ao passo que também externa os limites de sua ambição.

Assim, a escola como símbolo da tradição, da mediação entre o novo e o velho, é esvaziada na modernidade. Sob o predomínio da

escolarização e do embrutecimento, a autoridade do professor e da escola não são reconhecidas, vez que há uma alienação dessa autoridade para outros aparatos sociais atrelados à indústria cultural. O professor e a escola, ao abrirem mão dessa autoridade, perdem a legitimidade e ao invés de possibilitarem e compartilharem experiências formativas autênticas inculcam habilidades e competências, numa técnica reprodutiva vazia de sentido e de significado, mas atrelada ao capital e à tecnologia, onde o sujeito aprende na escola para adquirir uma profissão socialmente valorizada e defender a democracia a partir de um idealizado exercício da cidadania⁷.

Se a educação é um processo formativo de desenvolvimento do ser humano em todas as suas possibilidades e dimensões, capaz de moldar a sua racionalidade, a personalidade, seu caráter, seus valores e sua sensibilidade frente ao mundo exterior; não tem, portanto, somente a finalidade de instrumentalizar o indivíduo para lidar com situações novas de produção de conhecimentos científicos ou de reorganização de conhecimentos já adquiridos. Antes ela carrega as sementes não germinadas, mas preservadas ao longo do tempo (BENJAMIN, 1987), de uma formação capaz de afirmar a possibilidade da experiência humana frente a alguns imperativos característicos do regime sócio econômico vigente⁸.

Tomando essas concepções como elementos norteadores de uma prática educativa, podemos defender a escola pública como o *lócus* privilegiado de uma educação onde a linguagem sensível e da formação de uma consciência social relativamente dissociada

⁷ A concepção de escola como o lugar privilegiado da possibilidade de ascensão social acaba por produzir uma despolitização do espaço escolar, tornando-a uma agência de preparação de técnicos de diversas especialidades à disposição do capital (ZANETIC, 1989). Além disso, destrói as possibilidades de reconhecimento dos elementos estéticos do conhecimento, ao concebê-lo como um instrumento transitório para se atingir um fim identificado como uma profissão ou uma forma socialmente valorizada de produção de riqueza.

⁸ Para Benjamin as condições de produção e as transformações técnicas na sociedade de consumo de massas se incorporam às diferentes formas de fazer e de sentir, influenciando o cotidiano, os modos de expressão cultural e os modos de percepção estética do homem no mundo moderno (SOUZA, 1994).

dos imperativos capitais. Se por um lado ela atende à demanda da necessidade social de um grande número de sujeitos com os conhecimentos mínimos acerca do exercício da cidadania no Estado democrático de direito, mas aptos a serem empregados no trabalho; a escola pública também pode possibilitar uma peculiar constituição de laços de solidariedade e de compartilhamento de modos de percepção do real, sendo, portanto, um espaço privilegiado para a possibilidade da reconstituição da experiência.

Como tentativa de superação ou atenuação dessas contradições propomos um Ensino de Física aberto às possibilidades de valorização de elementos estéticos do conhecimento, partindo de uma articulação entre a História e a Filosofia da Física com diferentes linguagens que não só a linguagem matemática formal. Assim esperamos favorecer as possibilidades de práticas pedagógicas repletas tanto de significados quanto de sentidos, com vistas a permitir experiências autênticas de afirmação do humano numa perspectiva totalizante que sintetize a esfera individual e a esfera coletiva no ato do conhecimento em Física.

Diante das contradições apontadas entre **Aufläkung, Bildung** e vontade de poder do homem moderno, que desembocam no processo de escolarização e embrutecimento como prática educativa eficaz no mundo contemporâneo, podemos nos questionar como o Ensino de Física ao longo do seu processo de constituição se relaciona com essas contradições⁹. Qual o papel do Ensino de Física na reverberação dessas contradições ou que esforços podem ser mobilizados para superar tais contradições a partir da compreensão dos mecanismos epistemológicos que engendram o conhecimento em Física?

O Ensino de Física pode ser um *locus* privilegiado de possibilidades teóricas e práticas de elaboração de saberes no

⁹ [...] antes mesmo de atingir o ponto de se confrontar com os desafios específicos envolvidos na aprendizagem deste ou daquele raciocínio, operação ou conceito, a dificuldade fundamental que se impõe ao estudante de ciências nos dias atuais liga-se ao fato de lhes escaparem os valores e atitudes de referência necessários para saber se orientar no contexto de uma cultura de natureza oposta àquela com a qual se acha comprometido no dia a dia (SILVA, 2010, p. 17).

sentido de superar essas contradições uma vez que a Física diversas vezes foi ou ainda é apresentada como um modelo de ciência padrão a ser seguido por outras ciências, ou ainda pelo fato de que a sua constituição histórica como saber se confunde com o próprio processo de constituição da episteme moderna.

Em Ensino de Física diversas tensões entre **Bildung** e modernidade podem ser antevistas, sendo que uma delas diz respeito ao desafio de realizar partilhas de saberes elaborados num tempo que se perde na duração, sendo por isso socialmente desvalorizados em contraposição a um discurso que tenta associar esse saber à tecnologia, e esta por sua vez, compreendida no interior das relações de produção e de trocas capitais, o que favorece a degradação do cotidiano dos sujeitos escolares e a falência da experiência educativa.

O Ensino de Física a partir de uma concepção que possibilite a valorização social da tecnologia toma um efeito por uma causa e atende aos interesses do capital, além de desconsiderar as diversas outras dimensões da Física como saber inserindo em um contexto cultural amplo, apresentando um saber lacunar e estreito. Como já vimos, essa pauperização do saber não é uma atitude pontual e sem reminiscências ou projeções no futuro, antes se origina de uma postura filosófica e de uma concepção de educação, que mesmo que seja inconsciente no cotidiano de alguns professores de Física, possui elementos regulatórios internos e grande eficácia prática associados tanto à episteme moderna (**Aufklärung**) quanto a seu projeto de formação cultural (**Bildung**), mesmo que em seu caráter contraditório.

REFERÊNCIAS

ARENDT, H. **A condição humana**. Tradução de Roberto Raposo. 10^a. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2007.

ARIÈS, P. **História Social da Criança e da Família**. Rio de Janeiro: LTC, 1981.

BELTRAN, M. H. R. **História da ciência para a formação de professores**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.

BENJAMIN, W. **Magia e técnica, arte e política**: Ensaios sobre literatura e história da cultura. Tradução de Sergio Paulo Rouanet. 3^a. ed. São Paulo: Brasiliense, v. 1, 1987. (Obras Escolhidas).

BRANDÃO, C. R. **O que é educação**. São Paulo: Brasiliense, 2007. (Coleção primeiros passos; 20).

BUNGE, M. **Epistemologia**: curso de atualização. Tradução de Claudio Navarra. São Paulo: Editora da USP, v. 4, 1980. 246 p. Biblioteca de Ciências Naturais.

FOUCAULT, M. **Vigiar e punir**: o nascimento da prisão. 20. ed. Rio de Janeiro: Petrópolis, 1987. 288 p.

GHIRALDELLI JUNIOR, P. **O que é pedagogia**. 3^a. ed. São Paulo: Brasiliense, 2006. (Coleção Primeiros Passos).

KONDER, L. **Walter Benjamin**: O marxismo da melancolia. 3^a. ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1999.

KOYRÉ, A. **Do mundo fechado ao universo infinito**. Tradução de Donaldson M. Garschagen. 4ª. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2006.

MITROVITCH, C. **Experiência e Formação em Walter Benjamin**. Presidente Prudente: [s.n.], 2007. (Dissertação de Mestrado).

ODÁLIA, N. **O que é violência**. 4ª. ed. São Paulo: Brasiliense, 2004.

RANCIÈRE, J. **O mestre ignorante Cinco lições sobre a emancipação intelectual**. Tradução de Lilian do Valle. Belo Horizonte: Aautentica, 2002. 144 p. (Educação, experiência e sentido).

SILVA, I. L. D. **O ideal do Belo como princípio, meio e fim do ensino e aprendizagem da física**. São Paulo: USP, 2010. (Dissertação de Mestrado) Orientador: João Zanetic.

SOUZA, S. J. E. **Infância e linguagem**: Bakhtin, Vygotsky e Benjamin. Campinas: Papirus, 1994. Coleção Magistério: Formação e Trabalho Pedagógico.

ZANETIC, J. **Física também é cultura**. São Paulo: FEUSP, 1989. Tese de Doutorado.

► Capítulo 12

O ENSINO DE FÍSICA A PARTIR DA ESTÉTICA E DA VALORIZAÇÃO DA LINGUAGEM

Fernando Alves de Andrade

O trabalho tem como objetivo aprofundar as discussões iniciadas no capítulo Esclarecimento (Aufklärung), Formação Cultural (Bildung) Experiência (Erfahrung) no Ensino de Física, apresentando uma possibilidade de problematização da prática do Ensino de Física tendo a linguagem falada e escrita como elemento central da atividade pedagógica capaz de valorizar os elementos estéticos do conhecimento físico como patrocinadores da mediação entre o ser e saber no sentido da reconstituição da Experiência (Erfahrung). Inicialmente lançaremos luz sobre o panorama da institucionalização da Física como disciplina no século passado, apontando para a permanência de algumas contradições internas a esse processo. Em seguida elencamos alguns objetivos do Ensino de Física a partir do enfoque aqui proposto e finalizamos apontamos para as possibilidades de atingir tais objetivos a partir da valorização dos elementos estéticos do saber físico e do emprego de diversas outras linguagens que não só a matemática no cotidiano dos processos de ensino e aprendizagem.

Sabemos que a episteme moderna forja um conceito de tempo

físico matematizado e homogêneo com profundo impacto na moralidade da vivência privada, nas trocas culturais e no universo social do trabalho, marcando uma cisão entre a história individual e a história coletiva. Com essa temporalidade os eventos se relacionam diacronicamente por relações causais eficientes, e sincronicamente pelo condicionamento mútuo. Assim, essa causalidade, apoiada na cronologia, conduz a uma infundada crença no progresso e da associação deste com a tecnologia.

Dessa concepção de tempo e de saber advém o desejo de controlar o devir histórico, de acelerar os acontecimentos rumo a um futuro idealizado, o que tem como consequência um ideal de formação com vistas à elevação espiritual e à perfeição do homem moderno. Mas se os fundamentos epistemológicos sobre os quais se assentam essa episteme se mostram inconsistentes, as práticas formativas modernas acabaram por tornar ainda mais inconsistentes esses fundamentos, criando um homem repleto de fragilidades, isolado na vida privada e sem referenciais no passado e sem capacidade de projeção coletiva.

A escolarização como forma privilegiada e oficial de partilha dos bens culturais nas sociedades contemporâneas apresenta diversas dificuldades sendo que a mais forte delas é a convivência com algumas contradições da modernidade no que diz respeito à crise da autoridade, o caráter instrumental da finalidade da formação escolar, a negação da possibilidade de ações formativas a partir de experiências de cunho coletivo e pautadas em elementos sensíveis, a desvalorização do velho e a emergência da repetição ininterrupta apresentada como novidade.

O Ensino de Ciências no Brasil somente numa escala bastante limitada foi encarada como um projeto de formação de quadros técnicos altamente especializados, ao passo que a formação científica generalista tinha como o principal propósito preparo para os seletivos para ingressar na universidade. (ZANETIC, 1989).

Tanto na base da pirâmide quanto no topo da formação em Ciências, a Física foi considerada meio e não um fim. Era preciso

formar quadros técnicos especializados para dominar a tecnologia de produção de dispositivos nucleares com finalidades militares, sendo que a ação estatal de patrocínio da formação dos primeiros professores de Física do Brasil aliada à colaboração de físicos nucleares europeus, principalmente os físicos oriundos da Itália marca esse primeiro momento. Essa foi a saída encontrada pelo Brasil diante de seu “atraso” diante dos demais países envolvidos nas principais discussões acerca da Física Quântica e da Física Nuclear.

Dessa feita, a gênese da institucionalização da Física no Brasil possui uma face excludente, onde alguns poucos eleitos pelo poder estatal poderiam ter acesso a esse conhecimento especializado. Uma significativa soma de recursos estatais foi concentrada na formação de poucos especialistas ao passo que a formação cultural da população em idade escolar ainda até o final da década de 70 do século passado se limitava ao Ensino Fundamental, onde nada ou pouca coisa de Física era trabalhado. Os poucos estudantes, em geral de classe média, que tinham acesso ao Ensino Médio, estudavam a Física como um instrumento para galgar uma carreira acadêmica nas mais diversas áreas (ZANETIC, 1989).

Outra contradição a ser superada pelo Ensino de Física quando de sua institucionalização é a que diz respeito ao desprezo do trabalho manual em detrimento do trabalho intelectual. Em uma sociedade marcada pelo escravismo, pela política de importação de mão de obra (principalmente nas primeiras décadas do século passado), o saber não tinha ou ainda não tem muitas relações com o fazer. Essa discrepância é uma das principais dificuldades da institucionalização da Física no Brasil, reverberando de modo marcante no desenvolvimento da Física Experimental tanto no nível universitário como na Educação Básica¹.

Essas dificuldades enfrentadas quando da institucionalização

¹ Em seu trabalho de 1989 Zanetic já demonstra sua preocupação com a formação cultural da maioria da população brasileira fornecida pela escola pública, inclusive a modalidade de Educação de Jovens e Adulto no período noturno.

da Física no Brasil de uma forma ou de outra ainda caracterizam o modo como esse saber é partilhado ainda nos dias de hoje. Além disso, temos que aceitar somente no final do século passado é que passamos a contar com, mesmo bastante reduzida, comunidade científica o que se refere a Física. Tal fato passou a permitir a configuração de um caminho nacional original no que se refere às atividades de Ensino, Pesquisa e Extensão em Física. Em outras palavras, até pouco tempo atrás, o estado brasileiro importou métodos e técnicas de ensino em Física incapazes de abarcar a totalidade da realidade nacional, o que, aliado às contradições da modernidade, produziu uma distância ainda maior entre o conhecimento e o sujeito escolar.

Como problemas estruturais no Ensino de Física podemos citar a pauperização da carreira docente devido aos baixos salários e elevada jornada de trabalho, o que favorece a não permanência de intelectuais na carreira (ZANETIC, 1989), sem contar que expõe a contradição entre o saber e o capital, a partir da ótica das contradições entre modernidade e formação cultural. De uma forma escamoteada a orientação para o trabalho, em detrimento do exercício da cidadania, explicitada na exigência social de aprovação em testes de vestibulares, onde a Física passa a se configurar somente como um mero instrumento para tal finalidade; não deixa de ser também uma manifestação das contradições aqui apontadas.

Ao pensar o Ensino Médio como um processo de quarentena e treinamento para a prestação de exames admissionais em universidades, provoca-se um total esvaziamento do sentido do Ensino Médio (ZANETIC, 1989), empobrecendo sobremaneira as experiências dos adolescentes na escola e estreitando as possibilidades de constituição das subjetividades dos estudantes.

Assim, muitas das vezes, na Educação Básica e também no Ensino Superior a Física é apresentada a partir de uma concepção filosófica operacionalista rasteira limitada a superficiais conhecimentos da Física Clássica, com um grande volume de conteúdo, num amontoado a-histórico que pretende condensar toda a experiência humana desde

os primórdios até o século XIX². De um modo mais direto, embora no presente tenhamos diversas propostas de inovação, vez ou outra, o Ensino de Física ainda tem um caráter de apresentação de conceitos e operações, seguidos de uma lista de exemplos resolvidos e exercícios propostos, sendo que a avaliação dessa aprendizagem igualmente solicita a resolução de problemas que representam configurações de situações nas quais seja necessário a aplicação das fórmulas que sintetizam os temas abordados. Esse treino no algoritmo da Física, destreza necessária para o sucesso nas avaliações, ocorre em um vazio intelectual e vivencial (ZANETIC, 1989), favorecendo a falência da experiência no contexto da escolarização.

Essa falência também é patrocinada pela não problematização dos conhecimentos físicos a partir de suas riquezas e complexidades epistemológicas, apresentando então conceitos e teorias físicas como verdades sem passado³, obtidos por meio de pensamentos indutivos ou dedutivos, a partir de uma postura contemplativa adotada por poucos sujeitos iluminados de inteligências e genialidades transcendentais (ZANETIC, 1989). Essa postura epistemológica nega aos discentes a possibilidade de pensar a Física como uma produção humana que ocorre em contextos sócio históricos específicos; pondo um véu que encobre e ao passo que aumenta a distância, entre sujeito e conhecimento, inviabilizado a ação na direção do saber⁴.

² [...] o que passa por conhecimento em física na escola de 2º grau nada mais é que uma simplificação grosseira da física básica clássica das disciplinas introdutórias dos cursos universitários. É um ensino enciclopédico pouco profundo, que deixa pouco espaço para a criatividade, livresco por excelência, a-histórico e [...] limitado, pois, fica-se apenas com a visão oferecida pela física desenvolvida entre os séculos XVII e XIX. (ZANETIC: 1989 p 30)

³ A física é apresentada como um ramo do conhecimento neutro, apolítico, eternamente dado, ontologicamente verdadeiro e desligado do cotidiano. A pobreza das possibilidades dos exemplos resolvidos em sala, a pretensa atemporalidade e a não influência do contexto social levam a uma alienação da física em relação à vida social (ZANETIC, 1989).

⁴ [...] a física ensinada em nossas escolas é essencialmente matemático-operacional, metodologicamente pobre, sem experimentos, sem história interna ou externa e desligada da vivência dos alunos e da prática dos cientistas (ZANETIC, 1989, p. 113).

Além dos problemas levantados acima, todos eles consoantes com o projeto de formação cultural, mas não concretizados devido as contradições entre tal projeto e as características da modernidade, temos que um Ensino de Física orientado pelo o cientificismo positivista pode favorecer: a negação da polissemia de sentidos, o que é uma característica do universo humano, por apresentar um caráter monovalente tanto do discurso verbal quanto da leitura da realidade que se expressa na linguagem das coisas. Isto é, a partir de um Ensino de Física consoante com a episteme moderna, temo um empobrecimento da expressão, a negação das contradições sociais e apresentação de um saber unívoco capaz de afirmar as desigualdades sociais como uma característica essencial do mundo contemporâneo⁵.

De um modo geral o ato educativo tem o propósito de afetar o ser de modo qualitativo, modificando as suas representações de mundo, as mentalidades, os preconceitos, as crenças, os medos, as inquietações, as atitudes, os valores, os vícios, os hábitos, garantindo que os saberes sejam partilhados de geração a geração através das trocas sociais imediatas e espontâneas. É contra essa aparelhagem cultural complexa que o Ensino de Física lida no cotidiano. Isso deve ser ponderado quando das práticas escolares, de modo a possibilitar desvelar os significados e os sentidos do mundo. O conhecimento físico exige interpretação e deve defender sempre uma relação positiva do ser humano com a natureza e essa aprendizagem possui dimensões estéticas e coletivas.

Os assuntos ou temas problematizados no cotidiano escolar na disciplina de Física não devem ser finalistas, estanques em si mesmo, ou na sua relação com a tecnologia. Antes pode sempre ser um instrumento, um gatilho para questionamentos verticalmente profundos acerca da própria possibilidade do conhecimento humano

⁵ A desvinculação da ciência em relação ao universo da cultura é um artifício do modo dominante como ocorre a apropriação e a manipulação do saber e por consequência de como ele é selecionado e veiculado. Tal fato produz um distanciamento entre o fazer e o saber, o trabalho manual do trabalho intelectual (ZANETIC, 1989).

acerca da natureza. Para isso, precisa sempre extrapolar o conteúdo, não ter este como o pano de fundo dos objetivos, precisa fornecer um panorama do processo de constituição das teorias centrais que compõem a Física discutindo os seus aspectos históricos e filosóficos (BELTRAN, 2014).

Pôr em questão os processos de constituição das teorias físicas é de certo modo questionar diretamente a episteme moderna e seu projeto de formação cultural, pondo a nu os processos de elaboração desses saberes e as formas como ocorrem as suas partilhas sociais, fomentando o desejo de elaboração de uma outra episteme.

O Ensino Física pautado na relação da História e da Filosofia com diversas outras linguagens que não só a linguagem matemática formal pode proporcionar experiências formativas capazes de superar as contradições da modernidade e que pesam sobre as práticas escolares, favorecendo a compreensão da Física como um elemento integrante e essencial da cultura contemporânea⁶. Um saber elaborado a partir da criatividade humana na interação com o seu universo material e simbólico e por isso, o lugar privilegiado da imaginação.

Tanto a História da Ciência, como o Ensino da própria Ciência, pelo seu objeto de estudo possui um corpo de saberes intrínsecos e é a partir desses saberes que são estabelecidas as relações e transdisciplinares, o que torna possível apreender o movimento de constituição de um algo que se apresenta no presente como saber, permitindo compreender a dimensão intrínseca do próprio saber e a pluralidade das possibilidades de sua elaboração⁷.

⁶ [...] a maioria das pessoas consome ciência enquanto cultura, mas ao mesmo tempo, está alienada de sua presença real no cotidiano. E a forma e o conteúdo da ciência processada na escola reforçam essa condição de distanciamento entre a física escolar e a vida das pessoas, da ausência organizada da ciência na cultura popular (ZANETIC, 1989, p. 96).

⁷ Nem toda a racionalidade é regulamentada metodicamente. Não existe métodos para inventar as coisas ou ideias. A criação original não possui métodos. Também não há métodos para inventar métodos (BUNGE, 1980).

A Física é um produto da vida social e como tal leva a marca da cultura da época, da qual é parte integrante, influenciando e sendo influenciada por diversos outros conhecimentos (ZANETIC, 1989). O valor da ciência precisa ser alargado de modo a fazer parte da cosmovisão do sujeito e de modo a ser incorporada como instrumento de atuação política, de fomento da identidade social e individual. A Física pode fornecer elementos teóricos e práticos capazes de fomentar alguns questionamentos acerca da organização da sociedade contemporânea⁸, pode nos ajudar a pensar a condição humana na relação poder-saber-tecnologia. Pode evidenciar também como o conhecimento científico se relaciona com os diversos outros elementos da cultura⁹. O seu estudo sob o viés epistemológico pode patrocinar a recuperação da unidade da cultura perdida somente a três séculos. (BUNGE, 1980).

Uma possibilidade de efetivação de um Ensino de Física com essas características pode ser vislumbrada, a partir da valorização de diversas linguagens que não só a linguagem matemática e explicitando o caráter estético do conhecimento científico, onde as práticas em sala de aula sejam encaradas como momentos de apreciação do saber. A apreciação¹⁰ é ato criativo, uma nova maneira de dar sentido à experiência¹¹, fusão de experiências passadas, presentes e futuras (antecipação e preparação), gerando um ciclo de transformações de

⁸ “[...] quem quiser adquirir uma ideia adequada da sociedade moderna precisa estudar o mecanismo da produção científica” (BUNGE, 1980, p. 1).

⁹ O conhecimento possui certas características que são veladas ou não explícitas a um olhar tecnicamente municiado e o desvelamento desse saber confere dignidade à condição humana (SILVA, 2010, p. 11).

¹⁰ A apreciação estética do saber pode iniciar pelos elementos da ciência que são desconsiderados pelo conhecimento instrumental: os significados da experiência individual e social (SILVA, 2010).

¹¹ [...] a experiência é a afirmação da necessidade de salvaguardar a subjetividade, o apaixonar-se e entregar-se às coisas indispensável à construção dos significados e da riqueza de cada existência singular (SILVA, 2010, p. 21). Experiência estética é ver o mundo todo o dia com o olhar de primeira vez.

sentidos ininterruptas, avançando para a consumação efetivada sempre no presente¹² e inserindo o sujeito em um novo ciclo (SILVA, 2010).

Assim, defendemos que o

[...] objetivo básico do ensino de física (ou de qualquer outra das disciplinas, científicas ou não, que compõem o currículo escolar): a transformação da física num elemento cultural vivo, inquieto e inquietante que, se necessita da técnica experimental e matemática para sua construção e difusão, trabalha também com o imaginário. Aqui, ciência e arte se aproximam. As fronteiras entre as “duas culturas”, humanista e científica, tornam-se menos nítidas. Neste ponto complementa-se e rompe-se com o senso comum. Daqui pode-se tirar inferências que sugerem transformações na prática pedagógica, no conteúdo dos livros didáticos e na formação do professor. As licenciaturas terão que ser alvo de reestruturações que levem em consideração as mais recentes pesquisas em ensino de física que apontam em direção diferente, às vezes contrária, à atualmente dominante nas escolas (ZANETIC, 1989, p. 131).

A interpretação do conhecimento científico a partir de suas dimensões estéticas além de dar conta das contradições da modernidade, pode instaurar uma outra possibilidade de episteme onde o saber pode ser encarado como um potencial para a reconstrução da experiência, perdendo o seu caráter messiânico de consumação em um futuro irrealizável para se abrir para a efetivação no presente

O desenvolvimento de processos de experiências com conteúdos

¹² A imediaticidade de termos e expressões estéticas embasa o desenvolvimento de uma experiência estética imediata, que proporciona uma visão totalizante dos elementos constituintes do objeto e não como partes seriadas de um todo. “Alcançar a imediaticidade em percepções de objetos, fatos, conceitos, razões e procedimentos pertencentes a um domínio da ciência é um alvo que se coloca para a educação científica.” (SILVA, 2010, p. 70)

estéticos e cognitivos entrelaçados aparece, portanto, como princípio e como finalidade de uma concepção educacional que entende que os esforços da educação devem estar voltados para instilar no sujeito a ideia de que as capacidades insuspeitadas dormitam nele em estado potencial, à espera de serem realizadas. Esforços não apenas para desencadear tal processo, mas principalmente, dar subsídios para que o sujeito inscreva em definitivo o Belo em seu projeto de vida e possa dar início a uma busca que dure por toda a sua a vida. (SILVA, 2010, p. 11)

Podemos conciliar a apreciação estética com o Ensino de Física quando encaramos a Física como uma fonte de experiência estética do mundo, onde a elaboração do saber demanda um intenso exercício da imaginação, intrinsecamente relacionado com a reflexão, a sensibilidade e as faculdades racionais, sendo que estas últimas não anulem a admiração e a surpresa como ferramentas de elaborações de saberes em Física, pois a aprendizagem é, antes de tudo, um processo na direção da compreensão¹³, de elaboração de significados e de sentidos, os quais não são fixos; são incessantemente transformação à medida que novas realidades são experienciadas.

Esse processo de formação e extensão da compreensão não é linear, é modulado por ciclos de ajuste e internalização da experiência, ocorrendo picos de clímax onde os propósitos das atividades são atingidos, favorecendo por sua vez a formação de totalidades nas quais um manancial inesgotável de possibilidades de iterações dirigidas conscientemente pelo participante no sentido de participar da construção dos significados do mundo pode acontecer. Assim temos um Ensino de Física que propõe tanto o único como o múltiplo, provoca e dirige um movimento de busca incessante por um saber radicalmente diferente do que é apresentado pela episteme moderna.

¹³ A aprendizagem é processo complexo onde os componentes contextuais de significado que somente são encontrados na experiência da singularidade influenciam sobremaneira a compreensão científica efetivada quando do desenvolvimento de atividades compartilhadas (SILVA, 2010).

A apreciação estética das peças de conhecimento científico¹⁴, atributo não relacionado com o prazer contemplativo, mas de valor epistêmico e cognitivo, pode acontecer pelo simples emprego de termos estéticos no cotidiano das atividades docentes, vez que as palavras podem ser consideradas como elementos autocontidos, que possuem uma relativa autonomia quanto aos seus usos em situações específicas, mas inseridas em atividades passíveis de serem compartilhadas e não dadas antecipadamente de modo completo e finalista (SILVA, 2010).

Outra possibilidade da apreciação estética em Ensino de Física é reconhecer os traços constitutivos do conhecimento produzido em física, concentrando esforços na compreensão dos encaixes e concatenação de conceitos heterogêneos para compor uma teoria, ou buscar compreender como a simplicidade e a economia de uma teoria são esteticamente valorizadas. Nesse contexto o papel do professor de Física como interprete é crucial, é preciso concentrar esforços nas minúcias, nos detalhes, valorizar o aparentemente insignificante, mas capaz de evidenciar nuances delicadas que se encontram soterradas na massa das informações.

Assim o professor de Física se aproxima do intérprete de uma peça musical, ao realizar leituras dramáticas e agudas das leis físicas¹⁵, narrando a si mesmo, o seu modo de perceber e organizar o conhecimento, explicitado para a comunidade escolar a sua compreensão da natureza. Ao fazer isso, permite e intensifica a elaboração de significados e de sentidos, favorecendo a compreensão da especificidade da Física e de sua relação com os outros saberes e

¹⁴ *peça de conhecimento físico*: é uma classe de um artefato simbólico ordenador do mundo físico, instituído por um conjunto de regras para as quais é possível escrever um caráter notacional (SILVA, 2010)

¹⁵ A performance implica interpretação, uma realização prática de uma obra, onde um público alcança um conhecimento particular dessa obra a partir da leitura que dela faz o interprete, que pode acentuar determinados aspectos da obra em detrimento de outros de modo que cada interpretação e a obra em si mantêm as suas singularidades e de modo algum uma invalida a outra.

com a realidade concreta. Além disso, abrir caminhos de conexões do pensamento com ideias abstratas, concebendo mecanismos de transformação adaptados para que seja possível a construção pontes para os significados possíveis em Física.

O conhecimento do mundo não ocorre por uma simples assimilação do que é dado como absoluto. Conhecimento é algo relacional entre o velho e o novo, uma tensão entre semelhança e diferença. Os conhecimentos em Física como objetos de apreciação estética podem ser explorados a partir de uma vasta gama de linguagens disponíveis que não só a linguagem matemática: é possível operar com símbolos verbais e não verbais, palavras e ações. Fazer uso de diversas linguagens e perseguir o movimento, atentar para os desdobramentos, perseguir relações que garantem o movimento da experiência, as consumações, as distinções e as funções referenciais exercidas, com o intuito de dar continuidade ao processo de formação de totalidades de significação e de conectá-las com outras totalidades (SILVA, 2010).

Com a linguagem somos capazes de imprimir sentidos (transitividade da vida) e também registrar o permanente (o que permanece no mundo como fato humano). Permite o trânsito entre os extremos da realidade humana. Portanto, a linguagem, seja por sua centralidade no ato educativo, seja por sua característica constituidora do sujeito e da cultura merece ser objeto de problematização na perspectiva de um Ensino de Física que pretenda superar as contradições da modernidade e sua proposta de formação cultural.

O modo como a humanidade aprendeu a se orientar no universo ajuda a entender como ela compreende a si mesma (ELIAS, 1998). Assim, o saber que veio a constituir a Física como disciplina apresenta também traços do processo civilizador ocidental, podendo ser concebido como um símbolo social multifuncional que serve entre outras coisas como instrumento de orientação da constituição da sensibilidade e do intelecto humano (CAJORI, 1962). Isso porque vivemos num mundo simbólico criado e significado por nós, e no

que se refere à natureza, criamos símbolos para fazer tal referência e esperamos que haja uma correspondência entre ela e esses símbolos.

Admitimos que a Física resulta de um longo processo de aprendizagem onde as pesquisas atuais, as pesquisas de vanguarda em Física, são construídas a partir de todo um patrimônio de saber já adquirido. O conhecimento físico é um processo lento de longa duração onde sua carga simbólica permite a abstração e a memória ao passo que também patrocina a organização e a estratificação social¹⁶.

Assim, a possibilidade do conhecimento físico implica em um elevado nível de síntese no qual se inserem muitos problemas epistemológicos e históricos sendo que um deles é de ordem linguística a respeito da representação das abstrações humanas acerca da natureza.

Na física os instrumentos de medida fornecem informações compreensíveis somente quando aceitamos a coerção das convenções acerca dos valores usados como padrões e das relações entre o instrumento e a grandeza a ser medida. Dessa feita no Ensino de Física na Educação Básica os valores das grandezas podem se apresentar com uma objetividade inquestionável sendo um fim operacional na assimilação e na internalização de um conjunto de equações matemáticas que na expectativa da escolarização, ao ser adequadamente manipulado pela grande quantidade de repetição e pela observação de modelos exemplos manifestam o aprendizado do aluno que obteve ao menos instantaneamente sucesso na execução da tarefa operacional que lhe fora solicitada. Dessa feita o significativo é internalizado como o objeto a ser apreendido ou, quando não, a linguagem matemática deixa de ter seu caráter instrumental de expressar as ideias sobre a natureza e ganha matizes de coercitividade externa e destruidora da capacidade criativa do aluno.

¹⁶ É somente no nível do homem que os seres pertencentes à natureza adquirem o poder de síntese que lhes é permitido representar, através de seus símbolos sociais tanto o devir do universo quanto o movimento aparente do Sol ao redor da Terra. Uma longa evolução social é necessária para que os homens aprendam a desenvolver símbolos relativos a representações complexas como essas, símbolos sem os quais eles não poderiam comunicar-se a propósito dessas representações, nem tampouco guiar-se por elas (ELIAS, 1998, p. 142-143).

É a partir do desenvolvimento da linguagem que somos capazes de memorizar, de exercermos a nossa humanidade. Esse processo de humanização pela linguagem e pela memória, em uma longa duração, possibilitou ao homem construir representações de si e do universo, cada vez mais elaboradas e mais distantes de seu devir imediato. Além disso, a especialização da linguagem torna possível o surgimento de grupos sociais fechados principalmente pelo uso de uma linguagem inacessível a quem não pertence a esse grupo, um exemplo disso é o linguajar jurídico hermético e as equações matemáticas usadas pelos físicos e matemáticos.

Não é difícil encontrar círculos de intelectuais nos quais as pessoas se comunicam por meio de uma linguagem repleta de abstrações ritualizadas de alto nível que nenhum leigo tem condições de compreender. No interior desses círculos, o emprego dessas abstrações ritualizadas é cercado por um halo de associações que nunca vão nem precisam ser explicitadas, pois o que elas implicam é perfeitamente conhecido pelos iniciados. Os não iniciados, que creem que os questionamentos desses eleitos deveriam levar a resultados dotados de significação e valor cognitivo para todos, ficam perplexos, muitas vezes, ao serem bombardeados com essas abstrações. Não estando familiarizados com essas associações implícitas que acompanham o emprego dessas abstrações, em vão eles procuram relacioná-las com símbolos que representam alguma coisa tangível, com uma síntese conceitual em que figurem detalhes observáveis. Quando não se podem identificar conexões inteligíveis com estes últimos, os símbolos próprios das sínteses de alto nível nada mais são, muitas vezes, do que palavras (ELIAS, 1998, p. 19).

Assim no mundo contemporâneo diversos grupos sociais

exercem um poder pelo manuseio hermético da linguagem, onde o controle do discurso possibilitado por ela só pode ser partilhado por iniciados que cumprem certos ritos de passagem, de modo que haja um controle social do conhecimento, que não deixa de ser uma forma de controle social mais amplo. Nesse contexto, o hermetismo linguístico cria *locus* de poderes pelo manuseio hábil de determinados símbolos por um grupo social bastante restrito. O conhecimento físico não deixa de ter esse caráter, pelo modo histórico de sua produção e de difusão social.

Ponderando as características herméticas da linguagem matemática usada como ferramenta privilegiada e empobrecida da expressão em Física, as tensões vivenciadas no ensino formal de Física nas instituições responsáveis pela escolarização acabam por explicitar de modo mais cabal as contradições entre a modernidade e o seu projeto de formação cultural (**Bildung**). O distanciamento entre professor de Física e aluno não é só espacial, é linguístico, social, cultural e exponencialmente agravado pela tensão entre a tradição do saber e a imposição do desejo de novidade alimentado pela modernidade. No cotidiano escolar ocorre a interação de sujeitos não como coletividade, mas como público e não se favorece a possibilidade de experiências autênticas, antes o contrário, ocorre uma degradação do cotidiano escolar e a anulação do sentido da prática escolar.

No contexto das dificuldades de aparelhamento social apresentadas pelas escolas públicas, ocorre uma tensão devido a interação dos jovens com diversos aparatos tecnológicos, e com o professor, que reproduz os rituais sacralizados pelos métodos convencionais de partilhas do conhecimento físico. O professor, possuidor de um conhecimento de elevado poder sintético diante de uma plateia de alunos não iniciados no pensamento científico, parece usar outro idioma que não o dos alunos. Assim, há uma inviabilização da finalidade da aula, mesmo dentro do projeto de formação cultural moderno. Uma outra contradição entre formação cultural e escolarização é explicitada a partir da linguagem. “O modelo

linguístico comum admite variações individuais, até certo ponto. Mas quando essa individualização vai longe demais a língua perde sua função de meio de comunicação dentro do grupo” (ELIAS, 1998).

Essa postura é marcante nas graduações e pós-graduações onde a partilha do saber transcorre de modo horizontal entre pares que de uma forma ou de outra já dominam pelo menos no nível elementar alguns conceitos a partir dos quais o saber físico é possível. Assim não é raro os professores em suas aulas fazerem referência direta aos significantes deixando implícito que na verdade a referência é feita ao significado e isso ocorre de modo tão natural que não causa nenhum espanto.

A grande maioria dos físicos ao operarem com conceitos e categorias físicas, assim o fazem de modo pragmático, operacionalista, tratando-os como uma supra realidade objetiva e não como uma elaboração apreendida lentamente e com grande esforço imaginativo e alto poder de abstração. A ideia da objetividade dos conceitos físicos está tão aderida às pesquisas que não se questiona sobre a sua dimensão histórica e os termos correlatos. Dessa feita a coerção institucional da linguagem física e sua internalização, dificulta a percepção de seu caráter externo e instrumental, mas que é evidenciado a partir do instante em que se pensa sobre as possibilidades do conhecimento físico e das suas limitações. Essa coerção impossibilita a emergência da dimensão estética desse saber, vez que não fomenta a elaboração de sentidos e não é eficaz na partilha de significados.

O Ensino de Física fundado em significantes perpetua o fracasso das tentativas de mudança da ordem instituída e fomenta a dominação social. Não podemos fugir dos fracassos da educação e da Escola, que impedem análises consistentes da realidade e geram passividade e comodidade, numa ilusão do esforço mínimo.

Quando os símbolos atingem elevado grau de adequação a realidade é muito difícil ao menos num primeiro olhar, distingui-los dessa mesma realidade, e as generalizações de caráter impessoal representam um elevado grau de distanciamento em relação ao sujeito conhecedor, sem calor afetivo e sem flexibilidade (ELIAS, 1998).

É nesse ponto que é de fácil percepção a grande diferença entre a língua materna e a linguagem matemática, se esta possui o privilégio da objetividade, da clareza e da universalidade da representação, da abstração ela perde sua finalidade primordial de comunicar pelo menos para o público não alfabetizado nessa modalidade linguística por que não toma partido na realidade cotidiana desse público, assim os significantes matemáticos não são extravasados para os seus significados e a ação na direção do conhecimento não ocorre devido à ausência de sentido que justifique a empreitada.

Por outro lado, a língua materna está fortemente adequada à realidade e antes de ingressar na escola o aluno já domina os aspectos essenciais da linguagem que tornam possível a abstração, a convivência social e a expressão pelo menos em caráter elementar do sujeito que a domina, assim a língua materna apresenta um nível sintético culturalmente herdado de modo espontâneo e adequado a realidade¹⁷. É no nível dessa linguagem que o Ensino de Física precisa tatear ações que garantam a eficácia da partilha social de significados que possibilitem a elaborações de sentidos, rumo a uma valorização da dimensão estética do conhecimento.

Na fronteira litigiosa entre a linguagem docente e a linguagem discente; o saber, mobilizado de modo quase automático pelo professor, é expresso como certeza absoluta e de fácil apreensão, inviabilizando os significados. Isso porque a significação de uma ideia carrega consigo o estigma do nível de síntese atingido pelo grupo que a significa. Assim o ensino deve ser uma partilha de significados, uma apropriação ativa do saber, uma internalização da síntese a partir de experiências individuais e coletivas, sintetizadas de modo dialético de modo a possibilitar a criação de sentidos.

¹⁷ A diferenciação entre essas linguagens talvez seja um modo de condicionar a partilha social do saber., artificializando uma cisão entre ciências humanas e ciências naturais, onde uma é tida incompreensível, árido e nada criativa, enquanto a outra é deglutível por usar um ferramental contido na realidade imediata de quem a problematiza. Essa distinção é artificial e socialmente forjada vez que ambas possuem as mesmas convenções, a diferença é que uma é socialmente familiar ao passo que a outra possui caráter externo e coercitivo.

O exercício pleno de si e do ideal de cidadania no estado democrático de direito, tomando como norte a concepção de **Bildung**, só é possível a partir da aquisição plena da linguagem. Também em Física, a plenitude da compreensão racionalista desse saber é impossibilitada pelo não domínio do ferramental linguístico disponível para a expressão. Entretanto desejamos e a compreensão não somente significado dos símbolos e conceitos utilizados em física, mas do movimento da constituição da ideia que fornece significado ao símbolo¹⁸.

Tateando essa pretensão e compreendendo que na maioria dos casos é no Ensino Médio que ocorre o primeiro, e talvez último, contato do estudante com pensamento físico na condição de estudo formal, cabendo então ao professor proporcionar experiências formativas positivas, ocasião na qual não é possível exigir do estudante a manipulação da simbologia matemática do mesmo modo que é feito no Ensino Superior. O Ensino de Física nessa modalidade não precisa ser encarada como uma finalidade em si mesmo, empobrecido pelo desejo de compreensão dos conceitos considerados importantes, ou manifestar uma finalidade instrumental de compreender o funcionamento da tecnologia ou o funcionamento do mundo natural. Antes os temas abordados em Física na Educação Básica precisam dar conta da totalidade da ação humana que os elaboraram. Assim, os temas de Física podem se configurar como gatilhos para reflexões acerca da própria possibilidade do conhecimento acerca da natureza; das dificuldades enfrentadas na elaboração do saber, do processo de alienação vivenciando entre a produção e o uso social do conhecimento em Física. Mais que instrumentalizar o estudante para que este seja capaz de elaborar explicações para a realidade que o cerca, é fornecer a este não só o ferramental que o habilite a questionar essa realidade, é compartilhar a centelha da dúvida, do pensamento

¹⁸ Compreender um significado não é ter uma cópia exata do que se presta à compreensão e sim adquirir habilidade de saber como manejar as consequências em ação do seu uso em circunstâncias específicas. (SILVA, 2010)

inquieta que tudo questiona, pois se o estudante desenvolver o hábito de questionar o mundo natural que é pretensamente uma realidade imanente, tornar-se-á radicalmente crítico de sua própria condição humana como ser pensante e sensível¹⁹.

Desejamos um Ensino de Física onde um significante seja internalizado não como símbolo vazio, mas como um elemento icônico com significado pleno e passível de constituir uma gama infinita de sentido, negando Operacionalismo característico dessa prática, onde há uma exposição acrítica do significante como um fim em si mesmo, quando intenção da prática educativa em Física seria extravasar o símbolo no sentido de proporcionar uma abstração, afirmar o caráter criativo do humano.

O Ensino de Física na Educação Básica deve antes de tudo equipar o estudante com as ferramentas necessárias para que este consiga questionar a realidade²⁰, esse empreendimento é custoso e pode durar um intervalo de tempo, para ser minimamente eficaz, superior ao tempo das três séries do Ensino Médio e depende de uma vasta gama de fatores tanto de cunho social quanto intra psicológicos.

O reconhecimento dessa condição é uma das condições para a reconstrução da experiência no mundo moderno e o conhecimento é iluminação e não pode, sob qualquer alegação, ser a negação do universo humano que o elabora.

¹⁹ Todo processo de compreensão de um pensamento é uma elaboração de uma ideia nova sintética, uma mediação entre a ideia questionadora e a ideia questionada. Como elemento facilitador dessa mediação o professor ao fazer uso das diversas linguagens no contexto da sala de aula, deve ter cuidado com discurso que veicula, pois a atividade docente é carregada de sensibilidade e devemos ponderar qual é a sensibilidade que desejamos que fique explícita.

²⁰ Todo processo de compreensão de um pensamento é uma elaboração de uma ideia nova sintética, uma mediação entre a ideia questionadora e a ideia questionada. Como elemento facilitador dessa mediação o professor ao fazer uso das diversas linguagens no contexto da sala de aula, deve ter cuidado com discurso que veicula, pois a atividade docente é carregada de sensibilidade e devemos ponderar qual é a sensibilidade que desejamos que fique explícita.

REFERÊNCIAS

BELTRAN, M. H. R. **História da ciência para a formação de professores**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.

BUNGE, M. **Epistemologia**: curso de atualização. Tradução de Claudio Navarra. São Paulo: Editora da USP, v. 4, 1980. 246 p. Biblioteca de Ciências Naturais.

CAJORI, F. **A history of Physics**. 2^a. ed. New York: Dover Publications, 1962. 439 p.

ELIAS, N. **Sobre o tempo**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1998.

REIZÁBAL, M. V. **A comunicação oral e sua escrita**. São Paulo: Edusc, 1999.

SILVA, I. L. D. **O ideal do Belo como princípio, meio e fim do ensino e aprendizagem da física**. São Paulo: USP, 2010. (Dissertação de Mestrado) Orientador: João Zanetic.

ZANETIC, J. **Física também é cultura**. São Paulo: FEUSP, 1989. Tese de Doutorado.

DADOS DOS AUTORES

Alexandre Leite dos Santos Silva

Graduado em Física e doutor em Educação pela Universidade Federal de Uberlândia. Professor Adjunto na Universidade Federal do Piauí e colaborador no Mestrado Profissional em Ensino de Física (Polo de Picos, PI). Tem experiência na formação de professores, ensino de Ciências/Física e Educação do Campo.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4890845141117025>

E-mail: alexandreleite@ufpi.edu.br

Amanda Conrado Lima

Licenciada em Física pelo Instituto Federal do Piauí, Especialista em Ensino de Física pelo Instituto Federal do Piauí e Mestre em Ensino de Física pela Universidade Federal do Vale do São Francisco. Atualmente trabalha como professora de física do quadro efetivo na Secretaria de Educação do Estado do Piauí.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6164380770285623>

E-mail: amanda.lima@professor.edu.pi.gov.br

Boniek Venceslau da Cruz Silva

Doutor (2018) e Mestre (2010) em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte e Licenciado em Física (2005) pela mesma instituição. É professor do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza da Universidade Federal do Piauí, ministrando disciplinas da área de ensino, principalmente as com relações entre História e Filosofia da Ciência e o Ensino de Ciências. Na pós-graduação, é professor e orientador no Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF). É líder do Grupo de estudos e Pesquisa em Educação, Ciência e Cultura do Piauí (UFPI), pesquisador

do Grupo EnciMat – Educação em Ciências, Educação Matemática e TIC's no ensino (Linha Educação em Astronomia) – UFPR e membro da Rede Internacional de Investigação em Ensino de Ciências – RIEC (Grupo de História e Epistemologia da Ciência).

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2871459359068775>

E-mail: boniek@ufpi.edu.br

Clemilton da Silva Oliveira

Possui graduação em Licenciatura em Física pelo Instituto Federal do Piauí (2017). Durante a graduação participou do programa de iniciação à docência (PIBID), atualmente faz parte do grupo de observações astronômicas do Instituto Federal do Piauí, possuindo curso de extensão na área de astrofísica e cosmologia pelo Observatório Nacional do Rio de Janeiro (ON). Foi professor de física e matemática do CURSO CAVALCANTE e atua como palestrante na área de astronomia, astrofísica e cosmologia. É mestre em Ensino de Física pela Universidade Federal Vale do São Francisco (UNIVASF), onde trabalhou com a produção de material didático na área da astronomia. Além disso, é graduando do curso de Tecnólogo em Energias Renováveis pela UNIASSEVI.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5795116132553577>

E-mail: clemiltonsilva1@hotmail.com

Fabio Soares da Paz

Professor Adjunto da Universidade Federal do Piauí – UFPI/CSHNB. Doutor em Educação: Ensino de Ciências e Matemática (UFU). Mestre em Educação pela UFPI (2014). Possui Licenciatura Plena em Física – UFPI (2007). Especialização em Metodologia do Ensino de Física (2008). Coordenador de área do Programa Residência Pedagógica (Docente Orientador). Pesquisador na área de Formação de Professores de Física/Ciências, Metodologia do Ensino de Física/Ciências, Práticas docentes. Membro do grupo de pesquisa: Grupo de Pesquisa na Formação de Professores de Física - GPFPE/UFU. Membro do Núcleo de Estudos e Pesquisas sobre Ensino de Ciências – NESPEC/UFPI.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3259294003601868>

E-mail: fabiosoares@ufpi.edu.br

Fátima Leticia da Silva Gomes

Doutoranda em Linguística, Mestre em Educação pela Universidade Federal do Piauí (UFPI). Possui Especialização em Educação Especial pela Universidade Federal do Ceará (UFC) e em Libras pela Universidade Estadual do Piauí (UESPI). É graduada em Pedagogia pela UFPI. Atua como professora efetiva do Instituto Federal do Piauí (IFPI), coordena projetos de Extensão, orienta projetos de Iniciação Científica nas áreas de Educação Especial, Inclusiva e Educação de Surdos, e é membro do Núcleo de Apoio as Pessoas com Necessidades Específicas (Napne) na mesma instituição. É membro do Núcleo Estudos Sociedade e Cultura da UFPI. Atua como palestrante e consultora na área de Educação Especial. Atuou como professora efetiva do ensino fundamental e do Atendimento Educacional Especializado (AEE) na rede Municipal de Educação de Teresina/ PI- Secretária Municipal de Educação (Semec).

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4283898024421944>

E-mail: fátima.leticia@ifpi.edu.br

Fernando Alves de Andrade

Doutorando em Ensino, Filosofia e História da Ciência (PPGEFHC-UFBA 2021/ATUAL). Mestre em Ensino de Física (MNPENF-2018-2020/UFPI), especialista em Metodologia do Ensino de Física e Matemática (2014); possui graduação em História (2012/UFPI) e em Física (2006/CEFET), membro do Grupo de estudos e Pesquisa em Educação, Ciência e Cultura do Piauí (GEPEC/UFPI), membro do Núcleo de Estudos e Pesquisas Histórico-Críticas em Educação e Formação Humana (NEPSH). Como professor-pesquisador no Ensino de Física, atua na educação básica e tem interesse em problematizar a Física como elemento integrante e indissociável da cultura contemporânea, tendo como referencial o materialismo histórico e dialético nos moldes da Filosofia contemporânea expressa pelo grupo conhecido como Escola

de Frankfurt (Especialmente as ideias de Walter Benjamin e Theodor W. Adorno). Também tem interesse nas relações entre História da Física, em especial a teoria da eletricidade, em uma abordagem a partir do tempo estrutural da Escola dos Annales, e da materialidade da cultura. Manifesta interesse nas discussões entre internalismo, segundo a concepção de Alexander Koyré, e externalismo, segundo as ideias de Edgar Zilsel, e da superação dessas querelas a partir das investigações em história, tendo a teoria da objetivação/mediação como superação dessa querela. Como Perito Criminal exerce funções técnico-científicas específicas, realizando exames diversos tanto em locais de crime como nas dependências do Instituto de Criminalística, visando emitir laudos periciais, nos termos da legislação processual penal, que possam esclarecer diversos elementos relacionados a uma atividade delituosa, para instrução de inquéritos policiais e processos criminais. Realiza exames em quaisquer objetos que podem ser utilizados como armas ou instrumentos na prática da ação delituosa, comprovando sua relação com o fato, sua identificação e eficiência.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9607004581433363>

E-mail: fernandoandrade@ufba.br

Genilson de Oliveira Souza

Mestre no ensino de Física na Universidade Federal do Piauí (UFPI); Especialização no ensino de Matemática pela Universidade Estadual do Piauí (UESPI); graduado em licenciatura plena em Física pela Universidade Estadual do Piauí (UESPI). Professor de Física, matemática e química na Rede estadual do Piauí e Professor de Física e matemática na Rede estadual do Ceará. Tem experiência em práticas de ensino na área de física e matemática.

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/3538513644445100>,

E-mail: genysouza1007@gmail.com

Haroldo Reis Alves de Macêdo

Licenciado em Física pelo CEFET-PI, mestre e doutor em ciência e engenharia de materiais pela UFRN. Professor do IFPI Campus Picos,

desde 2011. Pesquisador na área de biomateriais e em ensino de física. É pesquisador em projetos principalmente relacionados ao uso das NTICs e realidade virtual no ensino de física. Já atuou como coordenador de área PIBID (2018-2020) e docente orientador da Residência Pedagógica (2020-2022). Atualmente coordena o Laboratório de pesquisa em Biomateriais (LaBioMat) e o Laboratório de Realidade Virtual de Física (LabPhysVR), além de ser docente permanente do PPGEM/IFPI, do MNPEF no polo 65 e colaborador do MNPEF no polo 08.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3837581949900912>

E-mail: haroldoram@ifpi.edu.br

Ítalo Marcos de Lima

Graduado em Licenciatura em Física pelo Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Piauí – IFPI (2017). Durante a Graduação participou do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) e desenvolveu a pesquisa na área de ensino de física, utilizando a plataforma Arduino para o desenvolvimento de experimentos de física, o qual também foi tema do Trabalho de conclusão de curso. Mestre em Ensino de Física pela Universidade Federal Vale do São Francisco UNIVASF – Juazeiro BA, onde trabalhou com ensino de Física de Partículas. Pesquisando atualmente nas áreas de estudos de Ensino de Física de Partículas, Cosmologia e produção de material didático. Atualmente é professor do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Piauí (IFPI) e do Colégio Machado de Assis. Além disso, atua como palestrante e divulgador científico e como Pesquisador em Ensino de Física no Grupo de Pesquisa em Ensino de Física do IFPI – GPEF IFPI.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2437589613780690>

E-mail: profitalolima@hotmail.com

Larissa da Rocha Machado

Licenciada em Física pela Universidade Federal do Piauí. Foi bolsista no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID),

e bolsista do Programa de Residência Pedagógica (RP), ambos pela Universidade Federal do Piauí.

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/0312435611497864>

E-mail: laarissaroocha@hotmail.com

Leandro Silva Moro

Licenciado em Física e doutor em Educação pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU-MG). Professor Colaborador no Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIMA) e no Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGED) da Universidade Federal de Sergipe (UFS), Campus São Cristóvão, Sergipe (SE). Professor Temporário na Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), Unidade Ituiutaba, MG. Membro do Grupo de Estudos e Pesquisas em Formação de Professores e Tecnologias da Informação e Comunicação (FOPTIC), CNPq/UFS. Tem experiência na formação de professores e Ensino de Física.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3918808427094166>

E-mail: morelandrosilva@gmail.com

Luana do Amparo Pinheiro de Sousa

Licenciada em Física pela Universidade Federal do Piauí. Foi bolsista no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (Pibid) pela Universidade Federal do Piauí.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2441661536639743>

E-mail: luanasousap@hotmail.com

Marcos Antonio Tavares Lira

Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal do Piauí; Mestre em Ciências Físicas Aplicadas pela Universidade Estadual do Ceará; Graduado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Ceará; Graduado em Licenciatura Plena em Física pela Universidade Estadual do Ceará. Diretor do Centro de Tecnologia da UFPI (2022 - 2026). Docente do curso de Engenharia Elétrica da UFPI.

Docente permanente dos cursos de Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente (UFPI); Mestrado em Engenharia Elétrica (UFPI) e Mestrado em Ensino de Física (UFPI). Docente colaborador do Mestrado em Climatologia (UECE). Tutor do Programa de Educação Tutorial do Curso de Engenharia Elétrica. Avaliador de cursos INEP (Engenharia Elétrica e Física). Vencedor do Prêmio Espírito Público (edição 2021). Interesse de Pesquisa: Geração de Energia Elétrica; Ciências da Natureza e suas Tecnologias (Conservação de Energia Elétrica, Eficiência Energética, Aspectos ambientais da Energia, Energia Solar e Energia Eólica) e Direito da Energia.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2142835195927196>

E-mail: marcoslira@ufpi.edu.br

Marcos Vinicius Andrade

Acadêmico do VI Bloco do Curso de Licenciatura em Educação do Campo/Ciências da Natureza (LEDOC/CN), da Universidade Federal do Piauí (UFPI), Campus Senador Helvídio Nunes de Barros (CSHNB), na cidade de Picos-PI. Bolsista do Programa Residência Pedagógica (PRP).

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/3280033444938313>

E-mail: marcosandrade0260@gmail.com

Micaías Andrade Rodrigues

Licenciado em Física e Mestre em Educação pela Universidade Federal de Pernambuco, Doutor em Educação pela Universidade de São Paulo. É professor da Universidade Federal do Piauí onde ministra as disciplinas de Metodologia de Ensino de Física e Estágio Supervisionado em Física. Tem experiência na área de Física e Ciências, atuando principalmente nos seguintes temas: ensino de Física, ensino de Ciências, formação de professores, estágio supervisionado e Lesson Study.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6363101075337591>

E-mail: micaias@ufpi.edu.br

Muriele da Silva Sousa

Possui graduação em Licenciatura em Física pelo Instituto Federal do Piauí (2018). Durante a graduação trabalhou com o desenvolvimento de ensino de pessoas com deficiência, onde trabalhou com ensino de surdos e a melhoria da inclusão dos surdos em sala de ouvintes. É especialista em Metodologia do ensino de física pelo INTERVALE. Atuou como professora da Secretaria Municipal de Educação de cidade de Francisco Santos PI e do Curso Cavalcante. Atualmente é graduanda do curso de Biomedicina pela UNOPAR.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9215785073548699>

E-mail: murielelilvaf18@gmail.com

Osielson de Sousa dos Santos

Graduado em Licenciatura em Física pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI), Campus Picos; especializando em Metodologia de Ensino de Matemática e Física; Bolsista na Residência Pedagógica no subprojeto IFPI – FÍSICA. 2019/2021. Atualmente, visitador do programa criança feliz - Secretaria Municipal do Trabalho e Assistência Social (SEMTAS) – Picos e Professor celetista em Física pela Secretária de Estado da Educação (SEDUC) – Piauí.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3188688294222506>

E-mail: osielson.santos@professor.edu.pi.gov.br

Regivania da Silva Gonçalves

Licenciada em Física pelo IFPI, especialista em didáticas e metodologias do ensino de ciências naturais pela FAEL, atualmente está cursando especialização em metodologia do ensino de Matemática e Física pela Faculdade Acesita, possui 3 anos de experiências como docente, já tendo atuado no município de Picos (de 2019 a 2021) no Colégio São Lucas, e em Ipiranga do Piauí na Escola Municipal Sinobilina desde 2021. Na época da universidade participou do programa residência pedagógica, onde começou a desenvolver projetos voltados ao ensino de física.

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/8131350388490173>

E-mail: silvaregivania31@gmail.com



ISBN 978-65-5904-240-1



9 786559 042401

