

MAIÊUTICA.
ENSINO DE FÍSICA
E MATEMÁTICA



CENTRO UNIVERSITÁRIO LEONARDO DA VINCI
Rodovia BR 470, Km 71, nº 1.040, Bairro Benedito
89084-405 - INDAIAL/SC
www.uniasselvi.com.br

REVISTA MAIÊUTICA.

Ensino de Física e Matemática

UNIASSELVI 2023

Presidente do Grupo UNIASSELVI
Prof. Pedro Jorge Guterres Quintans Graça

Reitor da UNIASSELVI
Prof. Janes Tomelin

Pró-Reitor de Ensino de Graduação Presencial
Prof. Antônio Roberto Rodrigues Abatepaulo

Pró-Reitora de Ensino de Graduação a Distância
Prof.^a Neuzi Schotten

Pró-Reitor Operacional de Graduação a Distância
Prof. Érico Coelho Ribeiro

Diretor de Educação Continuada
Prof. Tiago Stachon

Editor da Revista Maiêutica
Prof. Luis Augusto Ebert

Comissão Científica
Prof.^a Ana Carolina Gadotti Aurélio
Prof.^a Aline Fernanda Bileski De Lisboa
Prof.^a Grazielle Jenke
Prof.^a Manuela de Aviz Schulz
Prof.^a Sabine Schweder
Prof.^a Rosângela Pytlowanciw
Prof.^a Taíse Ceolin

Publicação *On-line*
Propriedade do Centro Universitário Leonardo da Vinci

Apresentação

Prezado(a) leitor(a), é com grande satisfação que apresentamos a quarta edição da revista *Maiêutica*. Ensino de Física e Matemática do Centro Universitário Leonardo Da Vinci – UNIASSELVI. Essa edição é composta por um conjunto de artigos provenientes de pesquisas de iniciação científica, trabalhos elaborados no âmbito das disciplinas, projetos de ensino ou de notório valor acadêmico, construídos tanto de forma individual quanto em grupos, contemplando as discussões teóricas a partir das práticas vivenciadas relacionadas às áreas de concentração dos cursos de Licenciatura, Segunda Licenciatura e Formação Pedagógica em Matemática e em Física.

É importante lembrar que o nome “*Maiêutica*” remete ao conceito socrático de que é preciso trazer as ideias à luz, fazer nascer o conhecimento, confirmando a dialética necessária da construção da sabedoria humana. Sendo assim, entende-se a revista como um espaço privilegiado para publicação que tem como missão intensificar e divulgar a produção didático-científica de acadêmicos, tutores e professores da Instituição e externos, cumprindo o importante papel de possibilitar o acesso à comunidade referente ao que se produz de conhecimento nos cursos da área de Física e Matemática da UNIASSELVI.

Nesta edição, as temáticas abordadas pelos autores possibilitam reflexões acerca dos usos das Novas Tecnologias no ensino de Física e Matemática, incluindo abordagens metodológicas atuais como o uso de Laboratórios virtuais e simuladores digitais, análise de filmes de ficção científica, jogos matemáticos, modelagem matemática, experimentação no ensino de conceitos científicos, dentre outros, além de contemplar estratégias de ensino e aprendizagem baseadas nos Três Momentos Pedagógicos e referenciadas nas proposições estabelecidas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), com destaque ao desenvolvimento das múltiplas inteligências, em específico a Inteligência Emocional e sua influência no processo de aprendizagem dos conceitos abordados no processo de escolarização.

Sendo assim, lhe convidamos a apreciar a leitura dos artigos disponíveis nesta edição, com ensejo de que lhe proporcionem preciosas reflexões acerca da formação e atuação profissional do docente de Física e de Matemática, e que tais reflexões contribuam de forma significativa em sua jornada acadêmica e profissional. Bom proveito!

Comissão Científica da Revista.



SUMÁRIO

RELATIVIDADE GERAL: CAMPO GRAVITACIONAL, UM IMPASSE NA TRAJETÓRIA RETILÍNEA DA LUZ

General relativity: gravitational field, an impasse in the rectilinear path of light

Geovana dos Santos Melo

Aline Fernanda Bileski de Lisboa..... 9

ENSINO APRENDIZAGEM DA FÍSICA: AS INFLUÊNCIAS DA BNCC PARA UM APRENDIZADO SIGNIFICATIVO

Teaching physics learning: the influences of bncc for significant learning

Ellen Fernanda Damasceno de Lima

Silvio André Barbosa Carvalho

Fernanda Cristina Borgatto 19

INTELIGÊNCIAS MÚLTIPLAS E INTELIGÊNCIA EMOCIONAL E SEUS REFLEXOS NO PROCESSO DE APRENDIZAGEM NO ENSINO DA MATEMÁTICA

Multiple intelligences and emotional intelligence and their reflections in the learning process in mathematics teaching

Carlos Eduardo Mota Lopes

Edmilson Vicente Pereira..... 29

A IMPORTÂNCIA DO MÉTODO CIENTÍFICO

The importance of the scientific method

Luigi Carvalho Ferreira

Regiane Gordia Drabeski..... 41

DIFICULDADES ENCONTRADAS NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE FÍSICA EM UMA ESCOLA DE ENSINO MÉDIO DE CAMETÁ/PA

Difficulties encountered in the physics teaching and learning process in a high school in Cametá/PA

Isael Damasceno Lobo

Leomira dos Prazeres Lobato

Fernanda Cristina Borgatto 47

SIMULADORES DIGITAIS COMO POTENCIALIZADORES DO ENSINO E APRENDIZAGEM DE FÍSICA

Digital simulators as powerful physics teaching and learning

Gésseka Karreo Stoeberl

Rafael Trindade Bastos

Karine Rita Bresolin 61

A IMPORTÂNCIA DE USAR JOGOS MATEMÁTICOS EM UMA NOVA GERAÇÃO DE APRENDIZAGEM

The importance of using mathematical games in a new generation of learning

Edna Haubricht

Weimar Pereira do Nascimento..... 69

NOVAS TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

New technologies in mathematics education

Ivan Rocha Sampaio

Rodimar Douranth da Silva

Weimar Pereira do Nascimento..... 79

NOVAS TECNOLOGIAS APLICADAS AO ENSINO DA FÍSICA: LABORATÓRIOS VIRTUAIS DE CIÊNCIAS COMO RECURSO NO PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM NO ENSINO MÉDIO

New technology applied to physics teaching: virtual science laboratories as a resource in the teaching-learning process in high school

Gilmar Dias

Táise Ceolin 89

O USO DO MODELO CIENTÍFICO DE NIELS BOHR PARA O ÁTOMO COMO UM RECURSO DIDÁTICO ANÁLOGO AO ESTUDO DO ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO VISÍVEL AO OLHO HUMANO: ALIANDO TEORIA CIENTÍFICA E EXPERIMENTAÇÃO A ALUNOS DE FÍSICA NO 3o ANO DO ENSINO MÉDIO

The use of Niels Bohr's scientific model for the atom as a teaching resource analogous to the study of the electromagnetic spectrum visible to the human eye: allying scientific theory and experimentation to physics students in the 3rd year of high school

Adriana Araújo de Souza Laskowski

Fernanda Cristina Borgatto 99

ENERGIA TÉRMICA: BUSCA DE FONTES LIMPAS E RENOVÁVEIS PARA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Thermal energy: the search for clean and renewable sources for electric energy generation

Gilmar Dias

Aline Fernanda Bileski de Lisboa..... 117

MODELAGEM MATEMÁTICA COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM AOS NUMEROS NATURAIS

Mathematical modeling as a teaching and learning strategy for natural numbers

Wellington Batista Bandeira dos Santos

Weimar Pereira do Nascimento..... 125

**FILMES DE FICÇÃO CIENTÍFICA: UM RECURSO METODOLÓGICO NO
ENSINO DE FÍSICA MODERNA**

Science fiction films: a methodological resource in the teaching of modern Physics

Geovana dos Santos Melo

Táise Ceolin 133

**ESTUDO DOS FENÔMENOS DE REFLEXÃO E REFRAÇÃO DAS ONDAS DE
RÁDIO NA IONOSFERA TERRESTRE, APLICADOS À COMUNICAÇÃO**

**Study of the phenomena of reflection and refraction of radio waves in the terrestrial
ionosphere, applied to communication**

Fredson Conceição-Santos

Regiane Gordia Drabeski 145

RELATIVIDADE GERAL: CAMPO GRAVITACIONAL, UM IMPASSE NA TRAJETÓRIA RETILÍNEA DA LUZ

General relativity: gravitational field, an impasse in the rectilinear path of light

Geovana dos Santos Melo¹
Aline Fernanda Bileski de Lisboa²

Resumo: A gravidade foi por muito tempo questionada e estudada, Newton por meio da famosa história da maçã traz uma nova explicação acerca da força da gravidade, apresentando a teoria da Gravitação Universal, mais tarde Einstein apresenta a Relatividade Geral, expandindo o conhecimento sobre gravidade e seus efeitos, com cálculo da deflexão da luz ao passar pelo campo gravitacional e previsões para o eclipse de 1919. Desse modo, este trabalho traz uma abordagem sobre a deflexão dos raios de luz na presença de campo gravitacional, além de retornar aos caminhos que levaram as teorias acerca da gravidade, com enfoque na lei da gravitação de Newton, e os efeitos na deformação do espaço-tempo da teoria de Einstein. Por meio de uma revisão bibliográfica, utilizando os termos como: Isaac Newton e a teoria da gravitação universal, gravidade na relatividade geral, deflexão da luz no campo gravitacional, buscados teses, dissertações e livros, tais como Basilio (2020), Fornasa (2018), Sousa, Oliveira e Alves (2021), Braun (2020), Hewitt (2002). A deflexão dos raios de luz ao passar pela gravidade, Einstein que apresentou provisões de 1,75, resultado aproximado do que foi observado no eclipse de 1919, no Brasil e na África Ocidental. Assim, vemos os conhecimentos desenvolvidos por Einstein foram de grande valia para chegar a previsão e observação da deflexão da luz, no eclipse 1919. Por tanto, a observação do eclipse, não serviu apenas para confirmar provisões de Einstein, mas também, para alertar para novos estudos científicos, aumentando a disponibilidade de recursos para esse fim.

Palavras-Chave: Relatividade Geral; Deflexão da luz; Eclipse de 1919.

Abstract: Gravity was for a long time questioned and studied, Newton through the famous story of the mace brings a new explanation about the force of gravity, presenting the theory of universal gravitation, later Einstein presents General Relativity, expanding the knowledge about gravity and its effects, with calculation of the deflection of light when passing through the gravitational field and predictions for the 1919 eclipse. In this way, this work brings an approach to the deflection of light rays in the presence of a gravitational field, in addition to returning to the paths that led to the theories about gravity, focusing on Newton's law, and the effects on space-time deformation of Einstein's theory. Through a bibliographic review, using terms such as: Isaac Newton and the theory of universal gravitation, gravity in general relativity, deflection of light in the gravitational field, theses, dissertations and books were sought, such as Basilio (2020), Fornasa (2018), Sousa, Oliveira and Alves (2021), Conceptual Physics (2002), Braun (2020), Hewitt (2002). The deflection of light rays when passing through gravity, Einstein who presented provisions of 1.75, an approximate result of what was observed in the 1919 eclipse, in Brazil and West Africa. Thus, we see the knowledge developed by Einstein was of great value to arrive at the prediction and observation of the deflection of light, in the 1919 eclipse. Therefore, the observation of the eclipse, not only served to confirm Einstein's provisions, but also to alert to new scientific studies, increasing the availability of resources for this purpose.

Keywords: General Relativity; Light deflection; Eclipse of 1919.

¹ Acadêmica do Curso de Licenciatura em Física do Centro Universitário Leonardo da Vinci – UNIASSELVI, Indaial, SC. E-mail: geovanamelo844@gmail.com

² Mestra em Ensino de Ciência, Matemática e Tecnologias. Licenciada em Ciências da Natureza – Habilitação em Física. Docente do Curso de Licenciatura em Física no Centro Universitário Leonardo da Vinci - UNIASSELVI, Indaial, SC. E-mail: aline.lisboa@uniasselvi.com.br

Introdução

Por muito tempo, a ideia de que a Terra era o centro do universo dominava, por outro lado, os estudiosos e pensadores da época propunham outras teorias, a gravidade e seus efeitos também foram muitos discutidos durante esse tempo. Newton, por meio da famosa história da maçã, traz uma nova explicação acerca da força da gravidade apresentando a teoria da gravitação universal.

Depois de Newton, Albert Einstein desenvolveu a Teoria da Relatividade Geral, a qual trouxe um grande avanço a respeito da gravidade e da formação de campos gravitacionais, deformação do espaço-tempo pela presença de massa e os conceitos dos efeitos dessa deformação. Uma grande contribuição de Einstein foi estudar a gravidade, a observação da deflexão da luz, expandindo os conhecimentos já existentes, seus cálculos levaram a previsão da deflexão do eclipse de 1919.

Esses conhecimentos podem passar despercebidos por um leigo, no entanto, para os estudiosos, físicos, astrônomos e astrofísicos, são de grande contribuição para as futuras pesquisas. Ao resgatar e relembrar esses conhecimentos, refazer os caminhos que levaram a formulação dessas teorias, observa-se as muitas contribuições da formulação desses conhecimentos, desde a previsão da deflexão da luz no eclipse a compreensão da deformação do espaço-tempo pela gravidade.

Desse modo, compreender melhor as teorias que levaram ao conhecimento que temos sobre gravidade e seus efeitos, buscando uma abordagem desde a teoria de Newton e as contribuições da teoria de Einstein, foi o questionamento que levou ao desenvolvimento deste trabalho.

Assim, temos como objetivo uma abordagem sobre a deflexão dos raios de luz na presença de campo gravitacional, além de retornar aos caminhos que levaram as teorias acerca da gravidade, com enfoque na lei de Newton, e os efeitos na deformação do espaço-tempo da teoria de Einstein. Por meio de uma revisão bibliográfica, em artigos e livros relacionados ao tema, desenvolvendo uma análise qualitativa, descrevendo as experiências e ideias dos autores, almejamos alcançar os objetivos propostos.

A divisão do trabalho foi feita em introdução, breve abordagem de estudo, bem como justificativa do tema e os objetivos, a fundamentação teórica, na qual situa-se a revisão literária dos artigos e dos livros, descrevendo os conhecimentos já constituídos a respeito do tema, a metodologia, na qual descrevemos os métodos utilizados para o desenvolvimento da pesquisa, resultados e discussões, em que foi discutido os resultados alcançados e, por fim, a conclusão.

Breve histórico da gravidade

A ideia de que todos os corpos eram atraídos para o centro da Terra levou os físicos a buscarem entender esse fenômeno, utilizando o mesmo princípio descobriram que a mesma força que atuava na Terra também era presente em outros planetas, a qual os possibilitava de orbitarem ao redor do Sol.

Desde época de Aristóteles, o movimento circular dos corpos celestes foi encarado como natural. Os antigos acreditavam que as estrelas, os planetas e a lua movem-se em círculos divinos, livres de qualquer força propulsora. No que diz respeito aos antigos, esse movimento circular não precisa de explicação (HEWITT, 2002, p. 156).

Entre questionamentos, em que uns acreditavam e outros não, da possibilidade de existir ou não força atuante, assim como Aristóteles via como algo natural, outros levavam para o campo da religião, ou seja, não precisava de explicações.

“A Teoria da Gravitação Universal de Newton descreve, em boa aproximação, a maioria dos movimentos dos corpos celestes” (FORNASA, 2018, p. 5). Newton descreve essa força como algo universal, a gravidade, que se aplicava na Terra e também no espaço universal, em todos os planetas, o que permitia o movimento dos corpos celeste.

De acordo com uma lenda popular, Newton estava sentado à sombra de uma macieira quando repentinamente lhe surgiu a ideia de que a gravidade se estendia além da terra. Talvez ele tenha olhado através dos ramos da árvore para descobrir a origem da queda da maçã e tenha visto a Lua. Qualquer que tenha sido o evento, Newton teve o discernimento para ver que a força entra a terra e a maçã que caiu é a mesma força que atrai a lua para uma órbita em torno da Terra, uma trajetória semelhante a de um planeta em torno do Sol. (HEWITT, 2002, p. 157).

Newton relaciona a gravidade da Terra, que atrai a maçã, com a gravidade que permite que a Lua se mova em torno da Terra, bem como possibilita a rotação dos planetas ao redor do Sol. Em síntese, ele descreve que a queda da maçã, para o caso da Lua, seria uma queda ao redor da Terra, devido à velocidade tangencial, mas esse argumento não progrediu.

Somente depois de muito tempo ele recalculou e publicou a teoria geral da gravitação, referindo que “toda coisa atrai qualquer outra coisa, de maneira simples que envolve apenas massa e distância” (HEWITT 2002, p. 157), em que:

$$F = massa^1 * massa^2 / d$$

Para Newton, essa força de atração era calculada pela razão das massas e da distância, quanto maior for a massa maior será a força, e quanto maior a distância menor a força. Logo em seguida, Newton acrescentou a *constante da gravitação universal*. Então a fórmula passou a ser:

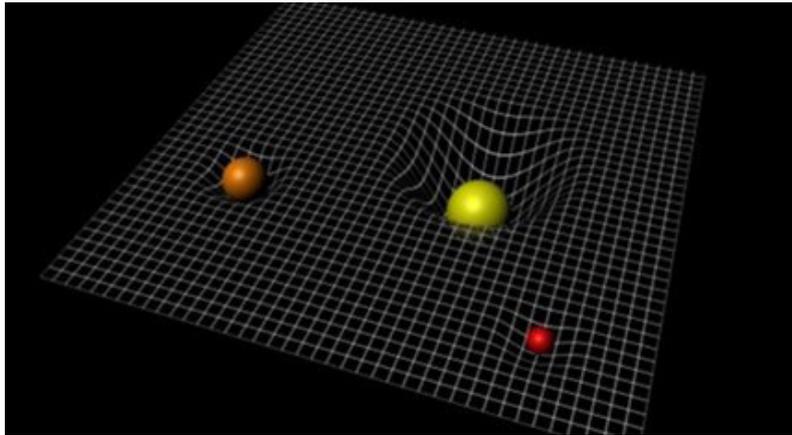
$$F = G m^1 * m^2 / d^2$$

A força de atração é a soma das massas dos corpos dividido pelo quadrado da distância entre eles, e multiplicado pela constante da gravitação universal $G = 6.68 \times 10^{-11} \text{ m}^2/\text{kg}^2$.

A Relatividade Geral (RG) é uma teoria de Gravitação publicada em 1915 (10 anos após a Relatividade Restrita) pelo físico Albert Einstein e consequentemente, expandindo o campo de aplicações da teoria da gravitação Newtoniana. A RG explica a gravidade como um efeito geométrico causado pela presença da matéria que distorce o espaço-tempo local (FORNASA, 2018, p. 5).

Mais tarde, depois de Newton explicar a força gravitacional, Einstein, em sua Teoria da Relatividade Geral, expandiu as explicações sobre a gravidade descrevendo como uma deformação no espaço tempo, causada pela matéria.

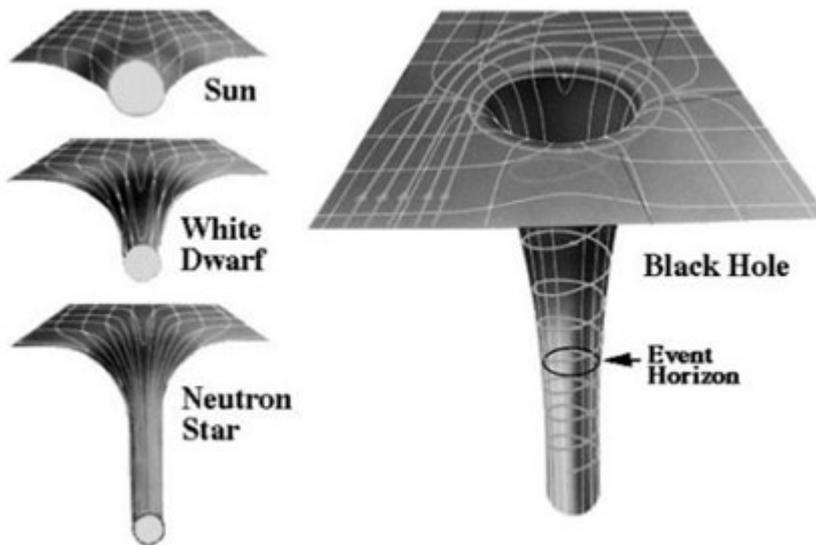
Figura 1 – Deformação do espaço tempo pela gravidade



Fonte: Carreau e ESA (2015 apud SOUSA, 2019, p. 8).

Na Figura 1, vemos o efeito da gravidade, deformando espaço tempo ao seu redor, essa deformação está ligada à concentração de matéria nos corpos celestes.

Figura 2 – Deformação do espaço tempo, por diferentes concentrações de matéria, o Sol, anã Branca, estrela de Nêutron, Buraco negro, respectivamente



Fonte: adaptada de Juwig (2017 apud FORNASA, 2018, p. 6).

Para Braun (2020, p. 66), “Este problema é resolvido pelas equações de campo de Einstein que relacionam a geometria do espaço-tempo com a distribuição de matéria e energia contidas nele”. Essas equações de campo descrevem de que forma a presença de massa deforma o espaço tempo.

Quanto maior a concentração de matéria, mais deformado o espaço tempo ao seu redor fica. O Sol, por exemplo, tem uma concentração de matéria menor do que uma anã branca, como pode ver visto na Figura 2, por isso sua deformação é menor. Já o buraco negro é extremamente massivo, causando uma enorme deformação, onde qualquer coisa que passa pelo horizonte de eventos não retorna, incluindo a luz.

A deflexão dos raios de luz e o eclipse de 1919

Os raios de luz, ao passarem por um campo gravitacional, adotam a trajetória desse campo devido a deformação do espaço-tempo, dito por Einstein na Teoria da Relatividade Geral. Essa deflexão já era estudada muito antes de Einstein descrever essa deformação.

Conforme Matsuura (2019, p. 83),

[...] a partir da teoria corpuscular da luz (que Newton defendia) e das leis da Mecânica e Gravitação de Newton, legitimamente se podia esperar que um raio de luz fosse desviado ao passar pelas proximidades de um objeto massivo, presumindo-se que os corpúsculos de luz respondessem à aceleração gravitacional, da mesma forma que os corpúsculos de matéria.

O autor destaca que Newton, a partir de suas teorias, presumia que essa deflexão da luz poderia existir, mas compreendia que os corpúsculos de luz fossem induzidos pela aceleração da gravidade do objeto de massa, essa ideia não foi bem aprofundada por ele.

Muitos outros cientistas buscaram entender e calcular a possibilidade do raio de luz, se desviar na presença de corpos massivos. Zylbersztajn (1989) explica que em 1801, depois de ler as especulações de Laplace acerca do desvio da luz, Johann Georg von Soldner calculou a deflexão sofrida pela luz de uma estrela ao passa pelo Sol, ele utilizou os princípios da teoria Newton da gravitação, o valor da deflexão seria de 0,87 segundos de arco, mas esse cálculo não teve muito impacto na época.

“Em um artigo, publicado no ano de 1911, Einstein deduziu uma expressão para o cálculo da deflexão sofrida por um raio de luz passando por um corpo celeste” (ZYLBERSZTAJN, 1989, p. 226). Utilizando a constante gravitacional G , raio R , massa M , e a velocidade da luz no vácuo c , o resultado foi aproximadamente o mesmo de Soldner.

Conforme Lenzi, Pompeia, Studart (2019) a deflexão é dada por:

$$\begin{aligned}\alpha &= \int_{-\pi/2}^{\pi/2} \frac{1}{c^2} \frac{GM}{\left(\frac{\Delta}{\cos\varphi}\right)} \cos\varphi \frac{\Delta}{\cos\varphi} d\varphi \\ &= \int_{-\pi/2}^{\pi/2} \frac{1}{c^2} \frac{GM}{\Delta} \cos\varphi d\varphi = \frac{2}{c^2} \frac{GM}{\Delta}\end{aligned}$$

Em que Δ seria o raio da estrela pela qual a luz é defletida. Com essa equação, Einstein chegou à deflexão de $4 \cdot 10^{-6} = 0,83$ segundo de arco, para o raio de luz que passa pelo Sol.

Mais tarde, Einstein reformulou sua teoria chegando à deflexão de 1,74, em que:

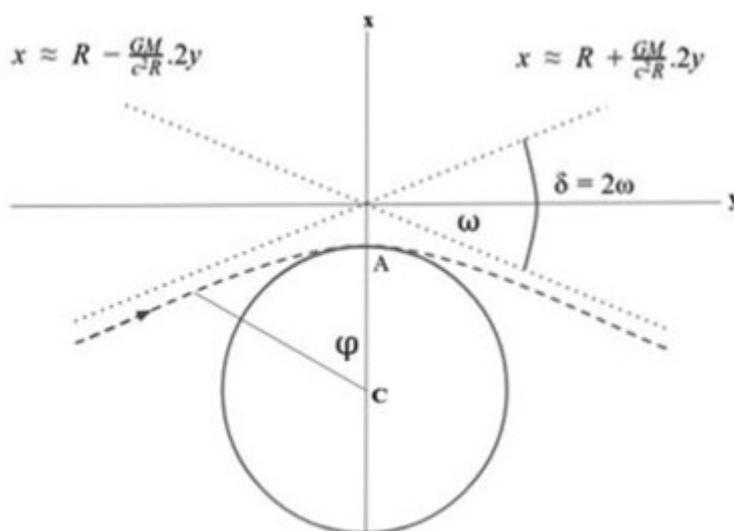
Para o caso da luz de uma estrela distante passando pela periferia solar, produz uma deflexão de 1,74”, ou seja, o dobro da “deflexão newtoniana” calculada por von Soldner em 1801, e do valor obtido pelo próprio Einstein em 1911. Em uma exposição simplificada de suas ideias, publicada em 1920, Einstein atribui metade dessa deflexão ao efeito do campo newtoniano de atração do Sol e a outra metade à curvatura do espaço causada pela presença do Sol. (ZYLBERSZTAJN, 1989, p. 227).

Einstein calculou uma nova deflexão da luz, de acordo com Lenzi, Pompeia, Studart (2019), a nova equação para o desvio na trajetória da luz é determinada pelo ângulo $\delta = 2\omega$.

$$\delta = \frac{4GM}{c^2 R} \approx 1,75''$$

Esse resultado é o dobro do valor obtido por Soldner e Cavendish, que utilizaram cálculo newtoniano. Einstein, no entanto, utilizou dois princípios para chegar a esses valores.

Figura 3 – Adeflexão dos raios de luz



Fonte: Lenzi, Pompeia e Studart (2019, p. 7).

A linha tracejada representa a trajetória da luz, as duas retas de linha pontilhada representam a solução da equação da trajetória. Vemos que o feixe de luz tangencia essas duas retas. Assim, o desvio pela ação do campo gravitacional é o ângulo entre as retas, que, neste caso, é igual a $\delta = 2\omega$ (LENZI, POMPEIA, STUDART, 2019).

A deflexão dos raios de luz calculada por Einstein tem dois fatores, um é devido ao campo de atração do Sol, proposto pela teoria Newtoniana e outro fator é pela massa do Sol, que causa uma curvatura do espaço ao seu redor, implicando na trajetória retilínea da luz.

Conforme Einstein (2017), a origem de um campo ao seu redor, quando as distâncias maiores são determinadas pelas propriedades do próprio campo gravitacional, qualquer outra coisa que se move de acordo com o campo, adquirindo uma aceleração que não dependendo de um outro fator, apenas do campo gravitacional.

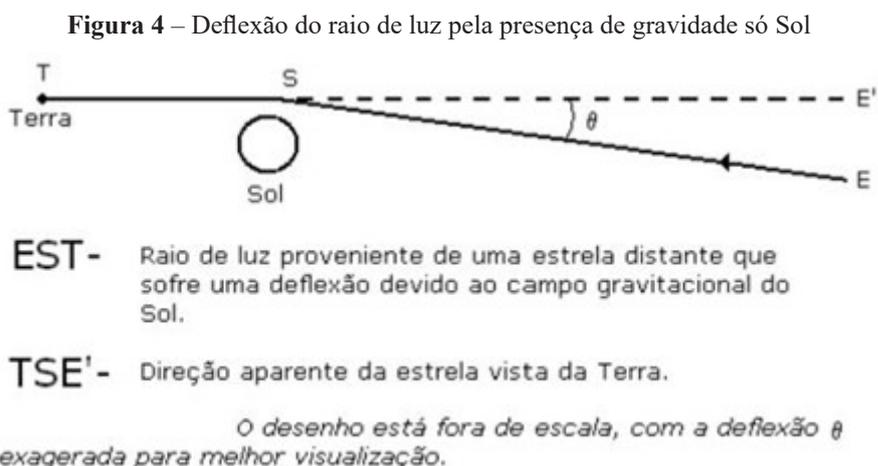
Desse modo, o campo gravitacional, gerando a deformação no espaço-tempo, tem influência nos corpos celestes e até certas distâncias do centro da massa, influenciando a aceleração e a queda, além de afetar a trajetória retilínea da luz, descrita por Einstein na relatividade geral.

Einstein (2017, p. 89) diz que

[...] em termos de referencial galileano K, o raio de propagação em linha reta com velocidade c , mas sobre a ótica de caixa acelerada (referencial K') a trajetória desse mesmo raio de luz não é mais retilínea, como se demonstra facilmente. A conclusão é que os raios de luz em um campo gravitacional se propagam, em geral, em trajetória curvas.

Einstein (2017) descreve na relatividade geral, levando em conta as observações em relação ao referencial galileano k , em que os raios de luz percorrem as linhas retas, que teoricamente os raios sofrem deflexão provocando a curvatura na trajetória, obedecendo a deformação do espaço-tempo na presença de campos gravitacionais.

Ainda conforme Einstein (2017), essa curvatura pode ser vista no caso de um eclipse solar total, quando as estrelas fixas ao redor do Sol apresentariam posições deslocadas ao que normalmente se vê quando o Sol está em outra parte do céu.



Fonte: Zylbersztajn (1989, p. 225).

Segundo a teoria de Einstein, os raios de luz, durante um eclipse, seriam observados no ponto E' , no entanto a posição da estrela seria no ponto E . A deflexão seria uma consequência da curvatura do espaço-tempo pelo campo gravitacional do Sol.

“O resultado previsto por Einstein para a deflexão pelo campo gravitacional do Sol foi confirmado pelas observações realizadas em Sobral (Ceará) durante o eclipse solar de 1919, que tiveram grande repercussão” (BRAUN, 2020, p. 66). O eclipse de 1919 ficou muito famoso por apresentar as previsões da deflexão da luz na presença de campo gravitacional. Ele foi observado em dois pontos, no Brasil e em Golfo da Guiné.

“A primeira proposta apresentada a *Royal Astronomical Society* acerca das potencialidades do eclipse de 1919 para a verificação da teoria da gravidade de Einstein foi feita por Dyson, em 2 de março de 1917” (BASILIO 2020, p. 101). Dyson argumenta que esse eclipse teria as condições favoráveis para a observação, com isso, após reunião com a *Joint Permanent Eclipse Committee* (JPEC), “[...] Duas expedições foram organizadas pelo Observatório de Greenwich, uma com destino à cidade de Sobral no Ceará e outra à Ilha de Príncipe, localizada no Golfo da Guiné (África Ocidental), localidades essas situadas na região de eclipse total” (ZYLBERSZTAJN, 1989, p. 228).

Assim, Zylbersztajn (1989) relata que o eclipse de 1919, por dispor as condições favoráveis, permitiu que fossem feitas expedições para dois locais situados na abrangência do eclipse solar. Os astrônomos buscavam expectativas para a observação que demonstraria as previsões que Einstein descreveu em sua teoria.

Conforme Zylbersztajn (1989), os resultados da observação de Sobral – 1,91 mais ou menos 0,12 – e da ilha Príncipe – 1,61 mais ou menos 0,30 –, por mais que sejam diferentes dos de Einstein, o qual previa 1,74, foram importantes para o suporte da Teoria da Relatividade Geral.

Os resultados obtidos pela expedição inglesa a partir da observação de Sobral e Ilha do Príncipe são amplamente conhecidos, principalmente para aqueles que estudam a história da Teoria da Relatividade: na reunião conjunta entre a Royal Society e a Royal Astronomical Society do dia 6 de novembro de 1919, Dyson, Crommelin e Eddington apresentaram aos seus pares os resultados que confirmavam a predição feita por Einstein em 1916 (BASILIO 2020, p. 109).

Com esses resultados, a Teoria da Relatividade Geral de Einstein passou a ser mais aceita pelos físicos da época e pela população em geral, confirmando os conhecimentos científicos relacionado à relatividade geral. Com isso, por mais que Einstein tenha feito as provisões do eclipse, os principais nomes das observações foram Eddington, defensor das ideias de Einstein, e Dyson, astrônomo real.

Nesse sentido, vemos que a expedição para a observação do eclipse foi promissora não apenas para confirmar as teorias de Einstein, mas para abrir novos caminhos para Física moderna.

Metodologia

O estudo realizado caracteriza-se como uma pesquisa bibliográfica, conforme Sousa, Oliveira e Alves (2021, p. 65) “A pesquisa bibliográfica está inserida principalmente no meio acadêmico e tem a finalidade de aprimoramento e atualização do conhecimento, através de uma investigação científica de obras já publicadas”. Nesse sentido a realização de uma pesquisa bibliográfica é uma revisão de estudos científicos já publicados, com a intenção de aumentar ou aperfeiçoar os conhecimentos acadêmico.

A abordagem do problema é qualitativa, pois caracteriza como uma das principais formas de transpor objetos de pesquisa em realidades visíveis a serem analisadas, assim, Bicudo (2014, p. 7-8 *apud* OLIVEIRA; MIRANDA; SAAD, 2020, p. 147) enfatiza que essa pesquisa “foca em experiência individuais vivenciadas e relatadas, descrição de situações, narrativas de acontecimentos, ou seja, sempre trabalham com especificidades contextualizadas”.

Desse modo, foi realizado um levantamento de pesquisas com o intuito de elencar trabalhos relacionados ao tema, utilizando os termos como: gravidade, Isaac Newton e a teoria da gravitação universal, gravidade na relatividade geral, deflexão da luz no campo gravitacional, buscando teses, dissertações, artigos e livros de física, sendo que as teses e dissertações datam a partir de 2018, tais como Basilio (2020), Fornasa (2018), Sousa, Oliveira e Alves (2021), e os livros do ano de edição, por exemplo, Braun (2020) e Hewitt (2002). As pesquisas foram feitas no Google Acadêmico e em bibliotecas eletrônicas científicas, como a *SciELO*.

Buscou-se obras que abordavam o tema proposto, um dos critérios de seleção foi a escolha de obras de físicos que estudaram e previram a deflexão da luz, como o livro *A Teoria da Relatividade*, outro fator foi a especificação do conteúdo, autores que fizeram a abordagem detalhada acerca dos caminhos que levaram aos resultados da pesquisa, como Zylbersztajn (1989), utilizamos citações deste para o desenvolvimento do trabalho.

Resultados e discussão

As especulações acerca da gravidade e seus efeitos por muito tempo pareciam incertas, contudo, as contribuições de Newton e posteriormente as de Einstein na Teoria da Relatividade Geral, revolucionaram o campo da Física Moderna.

Com a deflexão dos raios de luz, calculada primeiramente por Newton, Einstein fez provisões para o eclipse 1919, no qual a deflexão seria de 1,75, o que levou os físicos da época a fazerem as observações realizadas em Sobral e Ilha do Príncipe, quando chegaram ao resultado de 1,91, mais ou menos 0,12, em Sobral, e 1,61, mais ou menos 0,30, na ilha do Príncipe.

Esses resultados, por mais que não tenha sido os mesmos de Einstein, foram suficientes para solucionar a ideia de deflexão da luz ao passar pelo campo gravitacional, comprovando a Teoria da Relatividade Geral acerca da gravidade e seus efeitos.

Eddington, defensor das ideias de Einstein e Dyson, astrônomo real, participaram das expedições e apresentaram os resultados das observações realizadas no eclipse, confirmando, para sociedade, as previsões de Einstein, afirmando suas contribuições para o conhecimento científico.

Com isso, um novo olhar para a ciência moderna, firmado nos princípios da relatividade geral, ampliou a compreensão de fazer novas pesquisas científicas a respeito do universo, além de reatar os laços entre os países envolvidos no decorrer das observações do eclipse.

Considerações finais

A deflexão dos raios de luz ao passar pela gravidade foi calculada por Einstein, que apresentou as provisões de 1,75, resultado aproximado do que foi observado no eclipse de 1919, no Brasil e na África Ocidental.

Assim, compreende-se a importância da teoria criada por Newton, que levou Einstein, anos mais tarde, a chegar a esses resultados. Desse modo, esses conhecimentos desenvolvidos foram de grande valia para chegar à previsão e observação da deflexão da luz no eclipse 1919.

Os objetivos do trabalho foram atingidos, uma vez que pudemos retornar aos caminhos que levaram a formulação das teorias e apresentação da confirmação, por Eddington e Dyson, da deflexão sofrida pela luz. Além de servir para a compreensão da Teoria da Relatividade Geral, a ideia de espaço-tempo, e os efeitos da gravidade, portanto a observação do eclipse não serviu apenas para confirmar as provisões de Einstein, mas também para alertar novos estudos científicos, aumentando a disponibilidade de recursos para esse fim.

Concluimos que, ao retornar ao tema estudado, compreende-se a sua importância para sociedade da época e para a Física moderna, que vai muito além da gravidade e da compreensão do espaço-tempo, fazendo com que compreendamos o universo como um todo, do mundo macroscópico ao microscópico.

Referências

BRAUN, Sandro Elias. **Fundamentos de teoria da relatividade e física quântica**. 1. ed. Indaial: UNIASSELVI, 2020.

BASILIO, Sofia Guilhem. O eclipse solar de maio de 1919 e as relações científicas entre Brasil e Inglaterra. **Em Construção**, n. 7, p. 97-112, 2020.

EINSTEIN, Albert. **A teoria da relatividade**: sobre a teoria da relatividade especial e geral. Tradução de Silvio Levy. Porto Alegre: Editora L&PM Pocket, 2017. 192 p.

FORNASA, Pietra Rafaela. **Estudos da relação entre buracos negros primordiais e as ondas gravitacionais detectadas pelo ligo**. 2018. 97 f. Dissertação (Mestrado em Astrofísica) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos, 2018.

HEWITT, Paulo G. **Física conceitual**. 9. ed. Bookman, 2002.

LENZI, César; POMPEIA, Pedro J., STUDART, Nelson. **A deflexão gravitacional da luz**: de Newton a Einstein. 2019. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. São Paulo, v. 41. n. 1, p. 1-19, 2019.

MATSUURA, Oscar T. O eclipse de Sobral e a deflexão gravitacional da luz predita por Einstein. **Khronos, Revista de História da Ciência**, São Paulo, nº 7, p. 81-139, ago. 2019.

OLIVEIRA, Guilherme Saramago de; MIRANDA, Maria Irene; SAAD, Nubia dos Santos. Metassíntese: uma modalidade de pesquisa qualitativa. 2020. **Caderno da Fucamp**, Monte Carmelo, v. 19, n. 42, p. 145-156, 2020.

SOUSA, Manoel Felipe. **Mecanismos de geração de ondas gravitacionais em anãs brancas de alta rotação**. 2019. 109 f. Dissertação (Mestrado em Astrofísica) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2019.

SOUSA, Angélica Silva de; OLIVEIRA, Guilherme Saramago de; ALVES, Laís Hilário. A pesquisa bibliográfica: princípios e fundamentos. **Caderno da Fucamp**, Monte Carmelo, v. 20, n. 43, p. 64-83. 2021.

ZYLBERSZTAJN, Arden. A deflexão da luz pela gravidade e o eclipse de 1919. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, Florianópolis, v. 6, n. 3, p. 224-233, 1989.

ENSINO APRENDIZAGEM DA FÍSICA: AS INFLUÊNCIAS DA BNCC PARA UM APRENDIZADO SIGNIFICATIVO

Teaching physics learning: the influences of bncc for significant learning

Ellen Fernanda Damasceno de Lima¹

Silvio André Barbosa Carvalho¹

Fernanda Cristina Borgatto¹

Resumo: O presente trabalho encaminha uma análise interpretativa, que adentra no processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos da área da Física, para tanto analisou-se os apontamentos propostos pela Base Nacional Comum Curricular. A construção metodológica deste trabalho tem como base uma pesquisa bibliográfica ancorada em estudos de Brasil (1998), Moreira (2010), Brasil (2015), Pinheiro; Silveira; Bazzo (2007), dentre outros que nos permitem entender que o processo de ensino-aprendizagem referente ao conteúdo de Física é imprescindível para a formação social e pessoal de nossos alunos, no entanto, tal aprendizado enfrenta uma série de desafios e problemáticas tanto para quem aprende quanto para quem ensina. Tem-se enquanto objetivo geral: analisar o processo de ensino-aprendizagem da física tendo como norte a Base Nacional Comum Curricular. A partir disso, busca-se compreender através dos processos educativos, e do cotidiano, como ocorre o ensino e a aprendizagem dos conteúdos de Física, além de entender de que formas é possível construir uma aprendizagem significativa dos conteúdos da Física e identificar as novas roupagens sobre a física a partir da Base Nacional Comum Curricular. Os resultados construídos apontam que o ensino deste componente curricular esbarra em muitos desafios, e isso, de modo especial remete-se ao profissional da educação, a sua formação inicial e continuada e por conseguinte às metodologias que utiliza no ato de lecionar. Por outro lado, sabe-se que os alunos também encontram inúmeras barreiras em seu processo de aprender os conteúdos referentes à Física, isso porque os conteúdos são repassados sem interligações com as suas vidas práticas, os conceitos e fórmulas são despejados em cima deles como se fossem prontos e acabados e não como um processo de construção. Nesse sentido, a BNCC tende a ser um importante elemento potencializador da aprendizagem significativa dos conteúdos de Física.

Palavras-Chave: Ensino aprendizagem. BNCC. Aprendizagem Significativa.

Abstract: The present work, forwards an interpretative analysis that enters the teaching-learning process of contents in the area of Physics, for that purpose, analyzing the scores imposed by the National Curricular Common Base. The methodological construction of this work is based on a bibliographic research anchored in studies from Brasil (1998), Moreira (2010), Brasil (2015), Pinheiro; Silveira; Bazzo (2007), among others that allow us to understand that the teaching-learning process regarding the content of Physics is essential for the social and personal formation of our students, however, such learning faces a series of challenges and problems both for those who learn as for those who teach. The general objective is: to analyze the teaching-learning process of physics with the National Common Curricular Base as a guide. Based on this, an attempt is made to understand, through educational and everyday processes, how the teaching and learning of Physics content occurs, in addition to understanding in what ways it is possible to build a meaningful learning of Physics content and identify new approaches to physics. physics from the Common National Curricular Base.. The constructed results indicate that the teaching of this curricular component comes up against many challenges, and this in a special way refers to the education professional, their initial and continuous training and therefore the methodologies they use in the act of teaching. On the other hand, it is known that students also encounter countless barriers in their process of learning the contents related to Physics, this is because the contents are passed on without interconnections with their practical lives, the concepts and formulas are poured over them as if were ready and finished and not a construction process, in this sense the BNCC tends to be an important element to enhance the meaningful learning of Physics contents

Keywords: Teaching learning. BNCC. Meaningful Learning.

¹ Acadêmica do Curso de Licenciatura em Física; E-mail: limananda408@gmail.com

² Acadêmico do Curso de Licenciatura em Física; E-mail: silvyokarvalho@hotmail.com

³ Tutora Externa do Curso de Licenciatura em Física – Polo Cametá; E-mail: fernandaborgatto@hotmail.com

Introdução

O presente trabalho apresenta uma análise interpretativa que adentra no processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos da área da Física, analisando as proposições dadas pela Base Nacional Comum Curricular. A escolha por esta temática deu-se de forma processual ao longo da formação acadêmica, onde por meio de momentos de estágios e de interações empíricas em sala de aula foi possível perceber que o ensino-aprendizagem da Física nem sempre se dá de forma prazerosa e/ou fácil, isso porque os cálculos, operações e expressões apresentam-se de forma distanciada dos conteúdos de seu cotidiano.

Melhor dizendo, a interação com o conhecimento físico dentre outras coisas, esbarra na dificuldade que o aluno possui em correlacionar os conteúdos apreendidos em sala de aula com os elementos presentes em seu dia a dia. Tal constatação demonstra que o ensino da Física em si não tem ocorrido em consonância com o que é estabelecido pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (BRASIL, 1998) que viabilizam a necessidade de estabelecer comparações entre os conceitos e processos ensinados com a prática histórico-social dos educandos, agindo assim “o professor cria condições para que o aluno desenvolva atitudes e valores mais favoráveis diante desse conhecimento” (BRASIL, 1998, p. 42). Nesse sentido, a abordagem de conceitos deve manter a conexão com sua história e com a vivência do aluno, sendo desenvolvida por meio de uma proposta de ensino voltada a despertar seu interesse, proporcionando-lhe melhor desempenho na área da Física.

Isso, de modo geral, tem a ver com a formação do docente, e com as práticas que utiliza no ato de ensinar, assim, aponta-se para a necessidade de se pensar na adequação desses conteúdos ao campo prático, envolvendo metodologias de ensino diversificadas, por meio das quais o conhecimento seja construído de fato com base na realidade, e onde o aluno encontre significado factual nos conceitos teóricos, relacionando a Física não só a sua vivência, mas, principalmente, a tantas outras áreas do conhecimento.

Nesse sentido, é necessário refletir sobre essa adequação do viés teórico ao campo empírico no ato de ensinar os conteúdos físicos, onde seja possível criar formas de consolidar metodologias de ensino em que os conceitos sejam repassados de formas interativas e práticas, para que o conhecimento seja construído com base na realidade, atendendo aos preceitos encaminhados pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998), publicados há mais de duas décadas, onde o processo de ensino relaciona-se com a aprendizagem dessa área.

Por tal, a relevância deste estudo está na possibilidade de, por meio dele, evidenciar as amostras de ganho acadêmico, pedagógico e social. No âmbito acadêmico por ressaltar a experimentação de análises sobre o processo de ensino-aprendizagem da Física, tendo como base a BNCC. No âmbito pedagógico, posto que evidencia as fragilidades e dificuldades docentes e discentes vivenciadas na sala de aula, referente à Física. No âmbito social, por ressaltar a possibilidade de que, enquanto docentes repensarmos as dificuldades enfrentadas com uma perspectiva de ressignificação a partir da BNCC.

Dessa forma, a fim de nortear a concretização desta pesquisa, o objetivo geral se propõe a analisar o processo de ensino-aprendizagem da Física, tendo como norte a Base Nacional Comum Curricular, buscando compreender, através dos processos educativos e do cotidiano, como ocorre o ensino e a aprendizagem dos conteúdos de Física, além de investigar de que forma é possível construir uma aprendizagem significativa dos conteúdos da Física e identificar as novas roupagens sobre a Física a partir da Base Nacional Comum Curricular.

Diante do exposto, a presente proposta de pesquisa visa responder a seguinte problemática: que encaminhamentos a Base Nacional Comum Curricular propõem ao processo de ensino-aprendizagem da Física?

Desse modo, o trabalho encontra-se estruturado da seguinte forma: na seção 2, tem-se uma breve fundamentação teórica acerca do objeto de análise, de modo a demonstrar como na literatura oficial encontram-se os estudos sobre o processo de ensino-aprendizagem da Física, evidenciando as principais dificuldades que se instauram em sala de aula para professores e alunos. Na sequência, tem-se uma breve análise acerca da importância de promover e construir uma aprendizagem significativa na área da Física, distanciando-se do aprendizado mecânico que ocorre a partir da pedagogia tradicional.

Por fim, traz-se a percepção da prática do ensino-aprendizagem da Física a partir das reformulações de ensino propostas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

Aprendizagem significativa

A partir do item anterior, onde foi possível empreender uma pequena análise acerca do processo de ensino-aprendizagem da Física, percebe-se que, do ponto de vista teórico-prático vivenciado em sala de aula, as dificuldades e desafios que se apresentam são duais, ou seja, atinge quem ensina quem aprende. As dificuldades no ensino-aprendizagem são tão acentuadas que acabam por resultarem em defasagens e em baixos níveis de rendimentos escolares nessa área, reforçando a emergente necessidade em criar novas metodologias que promovam uma aprendizagem significativa (MOREIRA; MASINI, 2010). Por outro lado, somado aos baixos níveis de rendimento, tem-se ainda um fator chamado aprendizagem mecânica que Braathen (2012) configura como uma incorporação de um conhecimento novo de forma arbitrária, que nada mais é que a reprodução de técnicas e resolução de problemas físico-matemáticos sem a real aproximação do conceito ou sem uma aprendizagem significativa.

A lógica dessa aprendizagem mecânica coincide com o modelo de uma pedagogia tradicional, ou seja, reforçam que o processo de ensino possui grandes fragilidades, e isso precisa ser revertido para que, de fato, a aprendizagem seja dinâmica, onde o aluno é levado em conta com todos os seus saberes e interconexões mentais. Dessa feita, para que o processo da aprendizagem significativa ocorra, o primeiro passo necessita partir do educador, atuando no sentido de despertar no aluno o processo de aprendizagem e, que para tanto, leve em consideração os aspectos psicológicos e culturais envolvidos nesse processo de aprendizagem (MOREIRA, 1982).

Para Moreira (2010), aprendizagem significativa trata-se de um processo pelo qual uma nova informação se relaciona com o conhecimento prévio do aluno, ou seja, quando se ancora a um aspecto relevante da estrutura de conhecimento que o indivíduo já possui, onde uma nova informação tende a interagir com uma estrutura de conhecimento específico definida pelo autor como “conceito subsunçores” ou simplesmente “subsunçores” existentes na estrutura cognitiva do indivíduo. Este autor complementa ainda que a incorporação dos conteúdos de Física às estruturas de conhecimento torna a aprendizagem mais significativa, possibilitando condições que predisponham esse aprendizado relacionado ao seu conhecimento prévio, e especificamente os chamados subsunçores, e materiais potencialmente significativos.

Essa fase conduzida por atitudes do professor no sentido de fazer com que o aluno faça simulações sobre ações num contexto real, apresentando projetos e desenvolvendo novas ideias para que consiga resolver problemas e aplicar conceitos em sua vida são exemplos de adequação à fase do “transformar”. De acordo com Moreira (2010):

É importante reiterar que a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não literal e não arbitrária. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva (MOREIRA, 2010, p. 2).

No entanto, para que o discurso da aprendizagem significativa se concretize é necessário que o professor seja um comunicador que desperte o interesse do aluno e leve em consideração os aspectos psicológicos envolvidos nesse processo de aprendizagem. De acordo com Braathen (2012), de fato, a aprendizagem só é significativa na medida em que se insere de forma ativa na realidade, forjando o aluno de noções que o possibilite intervir no mundo real, enquanto objetivo final da aprendizagem.

A BNCC e suas implicações ao ensino da Física

O documento conhecido como Base Nacional Comum Curricular (BNCC), apresentado em 2017, tem como princípio fundamental o enfrentamento de problemas recorrentes no ensino brasileiro, visando a melhoria da qualidade da educação. De acordo com Godoy (2018) um dos principais desafios que se apresentam a educação nacional possui relação com a formação docente, fato que culmina com aulas descontextualizadas à realidade do aluno, e sem proposições com as demais áreas do conhecimento. Para este autor, a partir da BNCC e das reformulações por ela propostas, a realização das aulas deve traduzir uma série de mudanças relacionadas ao processo de ensino, na figura do professor, atentando ainda para novas formas de abordagens em avaliações e comportamentos por parte do aluno em seu processo de aprendizagem (GODOY, 2018).

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (2017), a área de Ciências da Natureza, dentro da qual se insere os componentes curriculares Física, Química e Biologia, deve auxiliar o aluno no que tange à construção de conhecimentos contextualizados, por meio dos quais possa tornar-se apto para a realização de julgamentos, para a tomada de iniciativas, elaboração de argumentos e pontos de vista sólidos, para a apresentação de proposições alternativas, e em especial para o uso criterioso e consciente dos recursos e das diversas tecnologias (BRASIL, 2017).

Tais requisitos sinalizam para uma formação global e emancipatória, pautada em ideais de uma educação integral que substancie os alunos para o efetivo enfrentamento dos mais variados desafios da contemporaneidade.

Para essa formação ampla, os componentes curriculares da área de Ciências da Natureza devem possibilitar a construção de uma base de conhecimentos contextualizada, envolvendo a discussão de temas como energia, saúde, ambiente, tecnologia, educação para o consumo, sustentabilidade, entre outros. Isso exige, no ensino, uma integração entre conhecimentos abordados nos vários componentes da área, bem como da área Ciências da Natureza com outras. Por exemplo, ao tratar do tema energia no Ensino Médio, os/as estudantes, além de compreenderem sua transformação e conservação, do ponto de vista da Física, da Química, da Biologia, podem também percebê-lo na geografia, sabendo avaliar o valor das diferentes fontes de energia em uma matriz energética, considerando fatores como a produção, os recursos naturais mobilizados, as tecnologias envolvidas e os impactos ambientais. Ainda, pode-se perceber a apropriação humana dos ciclos energéticos naturais como elemento essencial para se compreenderem as transformações econômicas ao longo da história (BRASIL, 2017, p. 150).

De acordo com a BNCC (2017), a contribuição da disciplina de Física para o processo de formação humana perpassa pela abordagem referente a leis e princípios, onde a escola possui a responsabilidade de promover a compreensão desses fenômenos físicos. De igual modo, por meio desta disciplina os alunos devem consolidar o conhecimento acerca de um conjunto de princípios socioambientais como conservação, conversão e degradação da energia, conservação de quantidades de movimento, fenômenos como a cor do céu ou de chamas, dentre outros. Nesse sentido, o presente documento sintetiza que:

[...] estudantes que começam compreendendo que quedas se devem à gravidade terrestre, que sinais de rádio vêm em ondas eletromagnéticas e que as radiações alfa, beta e gama são de origem nuclear podem, ainda, se encantar com a história de estrelas como o Sol. Os conceitos e modelos da Física nos ajudam a descrever e a interpretar o mundo a nossa volta, sejam sistemas naturais ou equipamentos tecnológicos. Como corpo organizado de conhecimentos, a Física representa uma maneira de dialogar com o mundo, uma forma de “olhar o real”, que apresenta características peculiares, como a proposição de representações, modelos, leis e teorias com alto grau de abstração, sofisticação, consistência e coerência internas; [...] (BRASIL, 2017, p. 143).

Diante do exposto, percebe-se que a BNCC (2017) menciona a importância do estabelecimento de relações entre os conteúdos tratados nas diversas disciplinas da área das ciências da natureza e suas tecnologias com a vida e o trabalho desempenhados em sociedade, sempre de modo interdisciplinar interligando e buscando uma aproximação dos conteúdos entre as diversas disciplinas que compõem o currículo.

A interdisciplinaridade é tratada na BNCC como uma das respostas aos problemas que se apresentam no cenário educacional brasileiro e apresenta uma ruptura com a cultura escolar tradicional na medida em que sinaliza para a interação entre as áreas do conhecimento, onde competências e habilidades são trabalhadas em conjunto em prol de uma formação comum a todos os estudantes. No mais, esse diálogo com outras áreas de conhecimento é possível na medida em que o ensino conceba o aluno em sua integralidade.

Dessa feita, o ensino da Física e das demais áreas do conhecimento que compõem este eixo deve:

[...] ampliar e sistematizar as aprendizagens essenciais desenvolvidas até o 9º ano do Ensino Fundamental. Isso significa, em primeiro lugar, focalizar a interpretação de fenômenos naturais e processos tecnológicos de modo a possibilitar aos estudantes a apropriação de conceitos, procedimentos e teorias dos diversos campos das Ciências da Natureza. Significa, ainda, criar condições para que eles possam explorar os diferentes modos de pensar e de falar da cultura científica, situando-a como uma das formas de organização do conhecimento produzido em diferentes contextos históricos e sociais, possibilitando-lhes apropriar-se dessas linguagens específicas (BRASIL, 2017, p. 537).

Por levantar ideias relacionadas à contextualização entre as aulas e o cotidiano, a interdisciplinaridade, a conscientização do uso dos recursos ambientais, além do uso de energia e distribuição de renda, a BNCC sugere que são necessárias mudanças no processo de ensino-aprendizagem, não só da Física, mas de todas as disciplinas que compõem a área das Ciências da Natureza, de modo que o professor precisa atuar com base em metodologias que lhe permita correlacionar o conteúdo ministrado em sala de aula com o cotidiano de seus alunos, envolvendo suas constituições culturais e identitárias, para que eles construam o conhecimento por meio de relações contextualizadas.

Isso significa, em primeiro lugar, focalizar a interpretação de fenômenos naturais e processos tecnológicos de modo a possibilitar aos estudantes a apropriação de conceitos, procedimentos e teorias dos diversos campos das Ciências da Natureza. Significa, ainda, criar condições para que eles possam explorar os diferentes modos de pensar e de falar da cultura científica, situando-a como uma das formas de organização do conhecimento produzido em diferentes contextos históricos e sociais, possibilitando-lhes apropriar-se dessas linguagens específicas (BRASIL, 2017, p. 537).

De acordo com Godoy (2018), os novos conceitos apontados pela BNCC são os mesmos que já são trabalhados, no entanto, agora assumem uma nova dinâmica que envolve o desenvolvimento tecnológico atual. Além disso, esse tipo de abordagem se não ocorrer em consonância com a capacitação docente, isto é, com a formação continuada do quadro de professores e uma eminente mudança nos atuais cursos de Licenciatura em Física, coincidirá com o abandono escolar de alunos do Ensino Médio, em escalas cada vez mais acentuadas, isto porque esta disciplina “é conhecida por muitos discentes como uma das mais áridas da matriz curricular” (GODOI, 2018, p. 35).

Nesse sentido, é preciso pensarmos em estratégias didáticas que busquem compreender, conforme Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007, p. 77) acerca da importância de o processo de ensino-aprendizagem ser entendido como uma possibilidade de “despertar no aluno a curiosidade, o espírito investigador, questionador e transformador da realidade” (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007, p. 77). Para estes autores, é desse ponto que emana a necessidade de buscar elementos significativos para a resolução de problemas que fazem parte do cotidiano do aluno, para que assim o professor consiga ampliar as portas de entrada do conhecimento físico por parte do aluno, de modo que este último possa utilizar-se destes conhecimentos nas soluções dos problemas coletivos de sua comunidade e sociedade (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007, p. 77).

Metodologia

A elaboração do presente trabalho teve como fundamentação uma pesquisa qualitativa realizada com base em um estudo bibliográfico que foram adotados como estratégia viável a atender aos objetivos e problemática apresentadas neste estudo. De acordo com Minayo (2002, p. 21) a pesquisa qualitativa “responde a questões muito particulares, ela se preocupa, nas ciências sociais, com um nível de realidade que não pode ser quantificado”. Para esta mesma autora a pesquisa qualitativa trabalha com “o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização e variáveis” (MINAYO, 2002, p. 21).

Por sua vez, o levantamento bibliográfico trata-se do procedimento de aproximação, análise, seleção e sistematização de todos os conhecimentos construídos e sistematizados ao longo deste trabalho. Sendo por tal entendido como uma forma de produção do conhecimento que tem como base estudos em referenciais teóricos já publicados, buscando assim, resolver hipóteses ou problemas ora surgidos. De acordo com Boccato (2006, p. 266) as pesquisas de cunho bibliográfico fornecem “[...] subsídios para o conhecimento sobre o que foi pesquisado, como e sob que enfoque e/ou perspectivas foi tratado o assunto apresentado na literatura científica” (BOCCATO, 2006, p. 266).

Este tipo de pesquisa desenvolve-se, exclusivamente, a partir de fontes bibliográficas em materiais já elaborados, e constitui-se principalmente a partir de livros e artigos científicos. Gil (2008) propõe, ainda, que os livros “constituem as fontes bibliográficas por excelência. Em função de sua forma de utilização, podem ser classificados como de leitura corrente ou de referência” (GIL, 2008, p. 44). E assim, por se tratar de material para a pesquisa bibliográfica “[...] os livros de leitura corrente [que] abrangem as obras referentes aos diversos gêneros literários (romance, poesia, teatro etc.)” (GIL, 2008, p. 44) permitem que o pesquisador mergulhe no conhecimento historicamente construído e, assim, molde e estruture seu objeto de interesse.

Justamente por isso, fazer pesquisa bibliográfica exige um constante exercício de leitura, releitura, análise e posteriormente a interpretação destes materiais já existentes, como uma forma de aproximar-se ao máximo das questões subjacentes aos textos. Assim, para esta análise

utiliza-se como foco trabalhos científicos relacionados ao processo de ensino-aprendizagem da Física de modo a entender os caminhos epistemológicos que delineiam a construção histórica desta área do conhecimento, esbarrando, assim, a importância de traçarmos um aprendizado significativo sobre esta área. Somado a isto, verifica-se também documentos oficiais como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), bem como seus impactos no ensino da Física enquanto componente curricular. Foi utilizado como base para coleta de dados o Portal de Periódicos da Capes e o Google Acadêmico.

Resultados e discussão

A partir do breve relato bibliográfico apresentado no corpo deste trabalho entende-se em primeiro lugar a importância proferida aos conceitos científicos abordados na disciplina de Física, que para além de uma adequação curricular, encontram-se efetivamente presentes em nosso cotidiano. Por conseguinte, verifica-se também que apesar de presente e de seu enorme viés utilitário, há uma distância considerável entre o interesse de aprendizado do aluno e as práticas de que se utiliza o docente no ato de ensinar. Isso torna as aulas difíceis e cria nos alunos uma repulsa aos conteúdos que envolvem a área da Física.

A partir disso, faz-se preciso pensar na adequação desse viés histórico, conceitual e pragmático pertinente à Física em sua aplicação ao campo prático hoje, criando formas de consolidar metodologias de ensino em que os conceitos referentes a esta área do conhecimento sejam organizados de formas lúdicas e interativas, onde o conhecimento seja construído, de fato, com base na realidade, mostrando ao aluno que essa disciplina não se caracteriza enquanto uma noção distanciada de si, mas que possui um viés interdisciplinar que converge e se lança com outras áreas afins, buscando sempre resolver problemas do cotidiano.

Tal ponto já era assinalado pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) que indicam a necessidade de adequar os processos de ensino, os conceitos e processos do passado e do presente à vida do aluno e ao desenvolvimento de atitudes e valores mais favoráveis diante desse conhecimento” (BRASIL, 1998, p. 42). Nesse sentido, a abordagem de conceitos em conexão com sua história constitui-se como uma forma de resgate da própria identidade cultural (BRASIL, 1998, p. 42).

Somado a isso, a BNCC também menciona que o trabalho em sala de aula nas disciplinas que compõem a área de Ciências da Natureza e suas tecnologias precisam assumir uma nova conotação, ou seja, professores e alunos precisam ser conduzidos a experiências que lhes permitam descobrir, pesquisar e construir o conhecimento científico a partir de metodologias diversificadas que facilitem o processo de ensino-aprendizagem.

Considerações finais

Diante do que fora exposto, por meio deste trabalho, entende-se que o processo de ensino aprendizagem referente ao conteúdo de Física é imprescindível para a formação social e pessoal de nossos alunos, no entanto, tal aprendizado enfrenta uma série de desafios e problemáticas tanto para quem aprende quanto para quem ensina.

Nesse sentido, a BNCC que *a priori* é tida no cenário nacional como impulsionadora de transformações ao ensino, no que tange ao conteúdo de Física de modo especial só reforça questões que há muito tempo já se debate, ou seja, sabe-se que o processo de ensino desse componente curricular não ocorre tal qual deveria ocorrer, e isso, de modo especial, remete-se ao profissional da educação, a sua formação inicial e continuada e por conseguinte às metodologias que utiliza no ato de lecionar.

Por outro lado, sabe-se que os alunos também encontram algumas barreiras em seu processo de aprender os conteúdos referentes à Física, isso, porque os conteúdos são repassados

sem interligações com as suas vidas práticas, os conceitos e fórmulas são despejados em cima deles como se fossem prontos e acabados e não um processo de construção.

Este ponto necessita, o mais breve, ser reformulado, em especial pelo fato de que, na atualidade, o professor não pode mais apresentar-se como mero reprodutor de informações e nem tão pouco atuar por meio de metodologias tradicionais ou mecânicas. Ao contrário, para que os dados referentes ao ensino da Física sejam revistos, é preciso que o docente atue de forma dinâmica lançando mão de metodologias inovadoras que permitam aos seus alunos compreender os conteúdos ensinados, dialogar com as bases desses conhecimentos e, por fim, consolidar relações entre tudo isso e sua vida prática, ou seja, é preciso não reconstruir os modelos de ensino, mas os modelos de aprendizagem também para que o aluno possa reconstruir seu conhecimento sobre o mundo, agindo e reagindo conscientemente sobre a realidade em que está inserido.

Nesse sentido, a BNCC em si não é um currículo e nem tão pouco apresenta-se como uma receita pronta e acabada para todos os problemas citados neste trabalho, no entanto é inegável que este documento apresenta um norte para o enfrentamento de tais problemas. Por meio de um conjunto de habilidades e competências pensadas no sentido de balizar o ensino e garantir o acesso aos conteúdos básicos por todos os estudantes em todo o território nacional. No entanto, cabe destacar que o ensino pensado pela BNCC demanda uma maior interação e interdisciplinaridade da parte de todos os atores educacionais, o que requer um saber mais amplo das disciplinas e dos que as ensinam, como já mencionado, além de infraestrutura física e pedagógica qualificadas para implementar as ações propostas e da oferta de formação continuada e condições de trabalho adequadas ao pleno exercício docente, o que precisa ser garantido pelos governantes.

Referências

- BRAATHEN, P. C. Aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa no processo de ensino-aprendizagem de química. **Revista Eixo**, [s. l.], v. 1 n. 1., p. 74-86, 2012.
- BOCCATO, V. R. C. Metodologia da pesquisa bibliográfica na área odontológica e o artigo científico como forma de comunicação. **Rev. Odontol. Univ. Cidade São Paulo**, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 265-274, 2006.
- BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Introdução. Brasília, DF: MEC/SEF, 1998.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Documento preliminar. Brasília, DF: MEC, 2017.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas 2008.
- GODOY, G. H. de. **O ensino de física na perspectiva da Base Nacional Comum Curricular**. 2018, 44 p. Monografia (Pós-Graduação Lato Sensu em Ensino de Ciências e Matemática) – Instituto Federal Goiano, Morrinhos, GO, 2018.
- MINAYO, M. C. de S. Trabalho de campo: contexto de observação, interação e descoberta. *In*: DESLANDES, S. F. de; GOMES, R.; MINAYO, M. C. de S. (org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 29. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2010, p. 61-77.

MOREIRA, M. A. MASINI, E.A.S. **Aprendizagem significativa**: a teoria de aprendizagem de David Ausubel. São Paulo: Editora Moraes, 1982. 112 p.

MOREIRA, M. A. MASINI, E. A. S. **Aprendizagem Significativa**: a teoria de aprendizagem de David Ausubel. 2. ed. São Paulo: Centauro, 2010. 111 p.

PINHEIRO, N. A., SILVEIRA, R. M., BAZZO, W. A. Ciência, Tecnologia e Sociedade: a Relevância do Enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio. **Ciência & Educação**, [s. l.], v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007.

INTELIGÊNCIAS MÚLTIPLAS E INTELIGÊNCIA EMOCIONAL E SEUS REFLEXOS NO PROCESSO DE APRENDIZAGEM NO ENSINO DA MATEMÁTICA

Multiple intelligences and emotional intelligence and their reflections in the learning process in mathematics teaching

Carlos Eduardo Mota Lopes¹
Edmilson Vicente Pereira²

Resumo: O Ensino da matemática sempre foi carregado de barreiras e dificuldades para sua aprendizagem, seja pelas metodologias utilizadas ou pela falta de conhecimento dos educadores de novos conceitos que facilitem a abordagem dessa temática. Principalmente, a abordagem das inteligências múltiplas e emocionais. Nas últimas décadas o estudo das relações emocionais vem sendo intensificado por profissionais das diversas áreas do conhecimento científico, configurando-se como um fator importante para o processo de ensino-aprendizagem. Sendo assim, o objetivo desse artigo foi investigar e discutir as concepções dos professores de matemática do ensino fundamental e médio sobre as Inteligências múltiplas e Inteligência emocional no contexto escolar, bem como se dá o seu reflexo nas práticas. Para fundamentar a discussão sobre Inteligências múltiplas e inteligência emocional e compreender melhor sua relevância no contexto educacional, foram utilizadas pesquisas dos teóricos como Goleman (1995) e Gardner (1983). A revisão de literatura sugere que as competências de Inteligência Emocional são imprescindíveis para o bem-estar e o desempenho docente, assim como a percepção de múltiplas abordagens da aprendizagem. Diante disso, foi elaborada uma observação acompanhada em sala de aula para avaliar como acontece a interação entre professor e aluno nas relações comportamentais para uma melhor eficácia na aprendizagem da matemática, o que permitiu investigar a percepção dos professores sobre a temática em questão, e seu desdobramento em sua relação didática com seus alunos. Foi possível perceber ao longo da pesquisa e das observações a necessidade de trabalhar na formação base ou continuada dos professores as inteligências múltiplas e inteligência emocional, pois constantemente esses profissionais são levados a lidar com suas próprias emoções e de seus alunos no âmbito escolar, e nem sempre se sentem preparados para isso. De modo análogo, as observações também indicam que as competências das múltiplas Inteligências e emoções podem possibilitar um maior êxito no desenvolvimento das atividades acadêmicas.

Palavras-chave: Inteligência Emocional. Inteligências múltiplas. Educação Emocional em Matemática. Relações interpessoais. Processo de ensino-aprendizagem.

Abstract: Historically, the teaching of mathematics has always been fraught with barriers and difficulties for its learning, either by the methodologies used or by the lack of knowledge of educators in the new concepts that facilitate the approach of this theme. Mainly the approach of multiple intelligences and emotional intelligence. In the last decades, the study of emotional relationships has been intensified by professionals from different areas of scientific knowledge, configuring itself as an important factor for the teaching-learning process. Therefore, the objective of this article was to investigate and discuss the conceptions of elementary and high school mathematics teachers about multiple and emotional intelligences in the school context, as well as their reflexes in their practices, considering that the school increasingly assumes a greater responsibility in student education. To support the discussion on multiple and emotional intelligences and better understand its relevance in the educational context, theorists such as Goleman (1995), Casassus (2009) and Gardner (1983) were used. The literature review suggests that Emotional Intelligence skills are essential for teacher well-being and performance, as well as the perception of

¹ Engenheiro Químico; Licenciado em Matemática; Especialista em Docência do Ensino Superior; Metodologia do Ensino da Matemática; Engenharia Industrial com Habilitação em Qualidade; MBA em Gestão de Pessoas e Coaching. Chefe na MotoHonda da Amazônia LTDA Manaus, AM. Site: www.uniasselvi.com.br.

² Professor Tutor externo orientador, Especialista em Psicologia Organizacional; Administração estratégica; Gestão de Operações e Logísticas; Educação a Distância, Graduado em Graduação de Professores com Habilitação em Administração; Licenciado em Matemática; Bacharel em Ciências Econômicas e Bacharel em Administração. Site: www.uniasselvi.com.br

multiple learning approaches. In view of this, an observation followed in the classroom was elaborated to evaluate how the interaction between teacher and student occurs in behavioral relationships for a better effectiveness in the learning of mathematics. This allowed us to investigate the teachers' perception of the subject in question, and its consequences in their didactic relationship with their students. It was possible to perceive, throughout the research and in the observations, the need to work on the basic or continuing education of teachers, multiple and emotional intelligences, as these professionals are constantly led to deal with their own emotions and those of their students in a school environment, and they don't always feel prepared for it. Likewise, the observations also indicate that the competences of multiple intelligences and emotions can enable greater success in the development of academic activities.

Keywords: Emotional intelligence. Multiple intelligences. Emotional Education in mathematics. Interpersonal relationships. Teaching-learning process.

Introdução

O problema que motivou este estudo surgiu quando se observou os baixos índices de aprendizagem da matemática dos alunos das escolas públicas do ensino médio no Brasil e, em especial, em Manaus/AM, como na Avaliação Nacional do Ensino Básico (QEdu), realizado em 2019 e pelo Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb) em 2020, onde 70% dos alunos tem aprendizado insuficiente na disciplina de matemática.

Além disso, o atual ensino da matemática também tem enfrentado muitos desafios frente às mudanças que ocorrem na sociedade. Os conflitos de relacionamento têm invadido a sala de aula, e por trás de tudo isso estão as emoções, as quais influenciam nos comportamentos e tomadas de decisões, dificultando ainda mais o aprendizado de forma satisfatória e afetiva.

A matemática sempre teve sua importância na sociedade e usufrui de um status privilegiado em relação a outras disciplinas, e isso traz como consequência o cultivo de crenças e preconceitos. Nos dias atuais, a Matemática comporta um amplo campo de relações, regularidades e coerências que despertam a curiosidade de instigar a capacidade de generalizar, projetar, prever e abstrair, favorecendo a estruturação do pensamento e o desenvolvimento do raciocínio lógico. Entretanto, o processo de ensino-aprendizagem no nível básico da educação continua apresentando inúmeras dificuldades e tem sido motivo de preocupação dos professores e dos próprios alunos.

É necessário entender como acontece o ensino-aprendizagem da matemática, procurando verificar quais são as principais dificuldades que os alunos têm para compreendê-la, para assim buscar formas e meios de minimizar essas dificuldades e quebrar as barreiras dessa temática. Muitas podem ser as razões desse insucesso, tais como o desconhecimento pelo professor dos conceitos atuais nos diversos tipos de inteligências existentes, como apresentadas pelo Psicólogo norte-americano da Universidade de Harvard, Howard Gardner (1983), limitando-se a estratégias e propostas educacionais voltadas especificamente para o estímulo das inteligências verbal e lógico-matemática, que são voltadas às habilidades cognitivas e racionais, deixando de lado, especialmente o estímulo da inteligência emocional, prejudicando-se e prejudicando também o desenvolvimento integral do aluno.

Evidenciam-se diariamente as transformações tecnológicas, humanas e socioculturais e do pensamento ocorridas nos últimos anos. E a escola, em sua grande maioria, não tem acompanhado esses avanços e permanece atuando com base em conceitos e ações pedagógicas antigas. A capacitação dos jovens para o mercado é o maior reflexo desse distanciamento. A geração atual de alunos convive numa rotina com recursos modernos, como por exemplo, multimídias, que os atrai muito mais do que os poucos recursos utilizados nas escolas.

Dentro desse contexto, é importante que se estude novos meios de estimular os alunos para o processo de aprendizagem. Alguns estudiosos e teóricos brasileiros da pedagogia se destacam na utilização de novos métodos, e começaram a difundir as ideias do norte-americano Howard Gardner. Já a inteligência emocional, assim denominada por Daniel Goleman, reúne dentre vários fatores: a autoestima, a insegurança, a ansiedade, como fatores fundamentais para administrar bem, ou não, as emoções. Sua teoria tem grande repercussão mundial e afirma, por exemplo, que pessoas inseguras não discutem as regras estabelecidas, e por esse motivo, afastam-se das ideias criativas e inovadoras.

Assim, o grande desafio de sua teoria para os educadores é redescobrir o papel das emoções, em um mundo, até então, voltado totalmente para a razão. Atualmente, o aspecto emocional vem ganhando espaço no campo da Educação através do ensino da Matemática, sendo realizados inúmeros trabalhos nesta perspectiva. Estas pesquisas investigaram quais sentimentos eram provocados nos alunos quando estes se deparavam com a resolução de problemas da matemática, tanto quando conseguiam resolvê-los e quando nas situações de fracasso frente a eles.

Essa pesquisa de observação foi contextualizada e dividida da seguinte maneira: avaliação das principais barreiras que dificultam o melhor desempenho no processo de ensino-aprendizagem da matemática; verificar como as múltiplas inteligências podem ser utilizadas pelo professor para abordar diferentes meios da concepção do aprender no universo plural de alunos na sala de aula; investigar como a inteligência emocional atua nas relações interpessoais no contexto professor-aluno, criando vínculos de afetividade no ensino da matemática; verificar como ocorre o processo de ensino-aprendizagem do ponto de vista do comportamento humano e abordar um novo conceito de processo de avaliação do aprendizado. Além de observar na prática as regências de Matemática e entrevistas através de questionários com dois professores no ensino da matemática, e a própria experiência prática aplicando os conceitos abordados dessa temática em dez regências in loco tanto no ensino fundamental como no ensino médio.

Inteligências múltiplas e o ensino-aprendizagem

Sabemos que cada professor tem seu próprio método de ensino, constrói uma aula de acordo com sua particular maneira de passar conhecimento, então não se pode esperar que seja diferente com a forma de aprender dos alunos. Eles também aprendem de uma forma única, cada um com suas individualidades na hora da concentração. Alguns preferem desenhar, pintar, gesticular, fazer teatro, debater ou até mesmo o bom e velho parar em silêncio para observar uma aula. Isso acontece porque os seres humanos desenvolvem formas diversas de adquirir uma determinada informação. São apenas diferentes formas de inteligência, naturais para diferentes seres humanos.

Gardner baseou sua teoria em muitas ideias diferentes, mas a principal delas sustenta que as pessoas manifestam as mais distintas habilidades – para compor uma música, construir um computador ou uma ponte, organizar uma campanha política, produzir um quadro, além de muitas outras –, e que todas essas atividades requerem algum tipo de inteligência, mas não necessariamente o mesmo tipo de inteligência (SMOLE, 1999, p. 8-9).

Com o tempo, esses traços da personalidade levam os seres humanos à autonomia ao entender quais são nossas próprias competências e como elas podem ser usadas na sociedade, e nesse tema em estudo, como aprende-se a aprender matemática. Desde o século XIX e XX acreditava-se que a inteligência poderia ser medida, determinada e comparada através de testes, como o famoso QI, por exemplo, que determinava a inteligência das pessoas através de núme-

ros, e assim, com base em testes mais objetivos e técnicos. Dessa forma, é possível identificar que há uma grande ligação na ideia de um método como o mensurador QI de inteligência, com *rankings* escolares, testes ou exames de aptidão que na pressão da sociedade por ter bons resultados escolares baseados em números para se ter sucesso na vida, alimenta-se a constante competição e comparação entre os alunos que naturalmente nasceram e desenvolveram aptidões diferentes. E, assim, terão resultados também diferenciados.

O uso dos testes de QI caminhou junto com a crença de que a inteligência era herdada, passada de uma geração para outra. De acordo com essa perspectiva, cada indivíduo nasceria com uma determinada 'quantidade' de inteligência; assim, seria possível elaborar testes para qualificar e classificar as pessoas em relação a sua inteligência (SMOLE, 1999, p. 7).

Dessa forma, foi fácil a queda dessa teoria: números não são suficientes para determinar o “fracasso” ou “sucesso” de alguém, e isso é visível na sociedade. Então aparece o Howard Gardner, psicólogo e autor da teoria das Inteligências Múltiplas. Ele, junto com investigadores da universidade de Harvard, analisou e descreveu o que é a inteligência de uma forma inovadora. Howard conseguiu definir nove tipos de inteligência, muito além da lógica matemática de um teste de QI, por exemplo. A teoria de Gardner, é aplicada em várias escolas americanas e em todo o mundo, norteando a proposta pedagógica nas escolas para o ensino da matemática. A proposta ao apresentar as Múltiplas Inteligências é superar os conceitos baseados na pura compreensão de símbolos e números: Dessa forma, a inteligência vai muito além das concepções antigas, adquirindo um caráter baseado nas particularidades. Para entender melhor essa teoria, será abordado cada tipo de inteligência.

Segundo Gardner (1995), as inteligências múltiplas são classificadas conforme descrito na tabela 1:

Tabela 1 – Perfis de inteligências

ITEM	INTELIGÊNCIA	DESCRIÇÃO
1	LÓGICO-MATEMÁTICO	Essa inteligência é voltada para números, cálculos e toda atividade que precise do exercício da razão. As pessoas cuja inteligência predominante seja a lógico- matemática possuem facilidade em explicar as coisas utilizando fórmula e números.
2	LINGUÍSTICA	Essa inteligência favorece a utilização da língua para comunicação e expressão. As pessoas que possuem esta inteligência são ótimos oradores e comunicadores, bem como possuem uma facilidade para aprender outras línguas. A pessoa com essa inteligência predominante cante possui facilidade na hora de transmitir ideias, ensinar, convencer, negociar e motivar.
3	ESPACIAL	As pessoas que possuem esta inteligência são aquelas que possuem capacidade de elaborar espaços complexos, bem como manipular perspectivas. Essa inteligência favorece profissionais das áreas de design, artes plásticas e arquitetura.
4	CINESTÉSICO	A inteligência corporal proporciona uma grande capacidade de expressão em atividades artísticas ou esportivas. Adeptos de ginástica olímpica, dançarinos, artistas de circo são exemplos de profissionais que possuem esta inteligência desenvolvida.

5	MUSICAL	Essa inteligência está ligada à interpretação reprodução sons com a utilização de instrumentos musicais. Como você já pode deduzir, os músicos fazem parte das pessoas que possuem essa inteligência.
6	INTRAPESSOAL	A inteligência intrapessoal consiste na capacidade de se auto-conhecer. Essa inteligência deveria ser estimulada e desenvolvida em todas as pessoas, pois quando uma pessoa conhece a si mesma, sua capacidade de saber o que quer e tratar bem do próximo é muito maior. Isso resulta em uma convivência harmoniosa com as pessoas com quem tem contato.
7	INTERPESSOAL	A inteligência interpessoal é a facilidade em construir relacionamentos com outras pessoas. Indivíduos com esta inteligência possuem facilidade em identificar a personalidade das pessoas, o que favorece o desenvolvimento do espírito de liderança.
8	NATURALISTA	Essa inteligência é voltada para a análise e compreensão dos fenômenos da natureza. Quem possui esta inteligência tem mais facilidade em identificar os animais, as plantas e seus benefícios.
9	EXISTENCIAL	Essa inteligência está relacionada com a capacidade do indivíduo de refletir sobre questões profundas, como a própria existência, sentido da vida e assuntos espirituais. A pessoa que tem inteligência existencial busca respostas para esse tipo de temas. Ela pode ser um pouco parecida com a inteligência intrapessoal, mas ainda está ligada com a atuação de filósofos, professores, palestrantes, teólogos e outras profissões que tenham como um dos objetivos instigar as pessoas a pensarem sobre a vida, morte e universo, por exemplo.

Fonte: Howard Gardner, 1995.

Inteligência emocional e ensino-aprendizagem

Das fronteiras da Psicologia e da Neurociência, Daniel Goleman (1995) trouxe o conceito de duas mentes: a tradicional e a emocional. Segundo ele, a Ciência das emoções é fator essencial para o desenvolvimento da inteligência do indivíduo, onde a incapacidade de lidar com as próprias emoções pode minar a experiência escolar. O termo Inteligência Emocional foi criado por dois psicólogos, Salovey e Mayer (1990) na tentativa de mostrar a importância da afetividade e do valor emocional para as pessoas.

Em 1990, Goleman, enquanto repórter no jornal *The New York Times*, encontrou um artigo em uma pequena revista acadêmica escrito por Mayer e Salovey, no qual apresentavam a primeira formulação de um conceito que chamaram de “Inteligência Emocional”. Em uma década onde se discutia a importância do Q.I (Quociente intelectual), como a excelência ou conceito de inteligência na vida da pessoa, em que a dúvida era se a inteligência estaria em nossos genes ou se adquiriríamos com as experiências, nasce uma nova forma de ver como adquirir o sucesso na vida, que é através do Q.E, ou seja, Quociente Emocional (GOLEMAN, 2011). Surge de repente uma nova forma de pensar sobre os ingredientes do sucesso na vida. Goleman fica entusiasmado com o conceito do termo Inteligência Emocional, o qual utiliza como título de seu livro em 1995, pois o termo se tornou, na opinião de Goleman, onipresente, aparecendo em vários lugares inesperado e em literaturas, tirinhas etc.

A inteligência emocional baseia-se na capacidade que todos os seres humanos têm de poder identificar e reconhecer seus próprios sentimentos e os das outras pessoas, de motivar a si mesmo e controlar melhor as suas emoções dentro dos relacionamentos (GOLEMAN, 2001).

O termo foi sintetizado para o mundo todo, levando vários estudiosos a pesquisar sobre o Q.E e suas colaborações para a educação. E é nesse intuito que se verifica a contribuição da inteligência emocional para o profissional da educação, o qual vive em um turbilhão de emoções e sentimentos e ao entrar na sala de aula, por muitas vezes, não consegue separar as emoções trazidas de casa, podendo afetar o ensino-aprendizagem na escola. Nesse contexto, de estado emocional, que os profissionais da educação devem observar também os alunos, e se eles estão bem ou sob tensão na hora da aprendizagem, pois, dependendo do estado emocional que se encontram, irão aprender com facilidade ou não.

Nesse sentido, uma visão da natureza humana que ignore o poder das emoções é lamentavelmente míope (GOLEMAN, 2001). Ao ter uma percepção de algo, não só se compreende como também se decide o gosto ou não. Faz-se necessário a compreensão de cada termo para que o profissional de educação possa compreender em que estado emocional o aluno se encontra no momento da aprendizagem. A falta de equilíbrio emocional, no entanto, esvazia até mesmo o sentido de teorias e da competência técnica de quem lidera a sala de aula, e abre uma enorme cratera no caminho entre professor e aluno, dificultando as relações e o aprendizado num sentido geral, isto é lamentável, com certeza, e é nessas horas que uma reflexão se faz realmente necessária.

As emoções possuem características específicas que as distinguem de outras manifestações da afetividade, onde elas são sempre acompanhadas de alterações orgânicas, como a aceleração dos batimentos cardíacos, mudanças no ritmo da respiração e boca seca. Esses são os principais sintomas de emoção. Para tanto, os educadores devem propiciar um ambiente favorável para esse desenvolvimento emocional do aluno que levará essas informações psíquicas para a vida adulta e, conseqüentemente, ao seu aprendizado.

O ser humano por ter suas vivências registradas em seu cérebro emocional tem necessidade de receber carinho e atenção, ou seja, afetividade. A mesma coisa acontece na sala de aula no momento de ensino-aprendizagem com o professor e os alunos, pois somos seres sociais e afetivos, então não poderia ser diferente na sala de aula. Aprendemos uns com os outros, e, por isso, o processo de aprendizagem deve acontecer no momento que o aluno ou o professor estão bem consigo mesmo e com quem está ao seu redor, geralmente na sala de aula. Na educação, precisa-se de professores que possuam habilidades da inteligência emocional para manter suas emoções equilibradas no momento do ensino-aprendizado.

Metodologia

A atividade da pesquisa foi desenvolvida e realizada na Escola Estadual Professor Brigadeiro Camarão Telles Ribeiro, localizada Rua Nova nº 1000 no Bairro de São Lázaro no município de Manaus /AM para a conclusão final do curso de Formação Pedagógica em Matemática, no intuito de um melhor desenvolvimento da regência da matemática e fomentar interesse e aptidões para aumentar habilidades e desenvolvimento de competências no processo de ensino-aprendizagem em sala de aula, através da troca de experiências entre o professor regente e pesquisador, assim como a integração em todo o contexto escolar.

A amostra foi selecionada aleatoriamente entre as turmas da Educação Básica, com uma turma do ensino fundamental e outra do ensino médio. Participaram 78 alunos, sendo 40 do ensino fundamental e 38 do ensino médio conforme Tabela 2.

Tabela 2 – Características dos participantes

		Frequência	%
Gênero	Meninos	56	71,8
	Meninas	22	28,2
Idade	13	21	26,9
	14	19	24,3
	16	26	33,4
	17	12	15,4
Série	9°	40	51,3
	3°	38	48,7
Total		78	100

Fonte: os autores.

Primeiramente foram realizadas as atividades de observações tanto na sala de aula como nas atividades externas, e foram acompanhadas pelos professores regentes, pelas pedagogas dos turnos vespertino e noturno e pelo gestor escolar (diretor). Na observação, foi realizada uma varredura geral para diagnóstico do processo escolar como informações da escola, estratégia de gestão, objetivos pedagógicos, infraestrutura, projeto político pedagógico, regimento escolar, caracterização do corpo docente, professor regente, planejamento didático pedagógico, caracterização das turmas em que serão realizadas as regências, aspectos pedagógicos e comportamentais etc. Para fortalecer o tema proposto pelo projeto foram realizadas duas entrevistas, e cada uma delas construídas através de dez perguntas discursivas com dois professores regentes da disciplina de Matemática, um do ensino fundamental e outro do ensino médio, sendo abordado rotinas da regência, dificuldades, formação, aperfeiçoamento, além de questionamentos sobre as inteligências múltiplas e emocional no âmbito das relações ensino-aprendizagem da matemática. Foi aplicado o teste MIDAS (*Multiple Intelligences Developmental Assessment Scales*), para avaliação do perfil intelectual dos alunos e o teste MSCEIT (*Mayer-Salovey-Caruso-Emotional Intelligence Test*), para avaliação do perfil comportamental relacionando do mesmo grupo em análise. Nesse período foram preparadas 10 regências (cinco no nível fundamental e cinco no nível médio) para prática da docência da matemática, a fim de observar no decorrer das atividades as principais barreiras, crenças, dificuldades no âmbito da sala de aula e contexto escolar. Nas regências foram apresentadas técnicas utilizando teorias e práticas relacionadas ao tema, assim como o desenvolvimento de planos de aula com foco na BNCC (competências e habilidades) e realizadas utilizando os recursos da escola, além de recursos próprios para um melhor desenvolvimento das competências e interação professor-aluno. Foi realizada também uma vasta pesquisa literária sobre as múltiplas inteligências (GARDNER, 1983) e inteligência emocional (GOLEMAN, 1995) para fortalecer o tema proposto. A experiência foi bastante enriquecedora, e por mais que houvesse planejamento prévio e alinhamentos antecipados, os imprevistos ocorreram e ocorrerão sempre. Contudo, a dinâmica de correção da rota foi feita de forma rápida e assertiva para um melhor desempenho tanto do ponto de vista do professor quando do ponto de vista da aprendizagem do aluno, o elo maior no contexto da educação.

No final das regências foram apresentadas duas palestras para o corpo docente sobre a temática abordada com foco nas inteligências múltiplas e inteligência emocional para melhor entendimento e melhoria no processo de ensino-aprendizagem da regência da matemática no ensino fundamental e médio. Assim como, discussão dos temas Inteligências múltiplas e inteligência emocional para melhor entendimento e alinhamento entre todos os docentes da instituição avaliada no contexto da Educação Básica da Escola Estadual Brigadeiro João Camarão Telles Ribeiro.

Resultados e discussão

A Tabela 3 apresenta a estatística descritiva de tendência central dos valores obtidos pelos alunos em cada uma das inteligências. Com relação ao valor mínimo, as inteligências espaciais e lógico-matemático são as únicas em que alguns participantes obtiveram zero pontos, correspondente à pontuação mínima que o instrumento permite conceder. Sendo assim, as distribuições dos perfis de inteligência seguiram com as inteligências mais observadas. A espacial, Cinestésica e interpessoal, enquanto as inteligências musical, naturalista e existencial foram as que obtiveram menor pontuação.

Não foi observado variação significativa entre os gêneros e idades que pudessem ser apontadas. Foi possível observar que a inteligência Lógico-matemático foi a 5ª inteligência mais desenvolvida entre os alunos avaliados, o que representa um desafio para o ensino-aprendizagem da matemática, e que uma percepção mais aprofundada deve ser observada na hora do planejamento de aula para ativar e engajar melhor os perfis mais desenvolvidos como as inteligências espacial, Cinestésica e Interpessoal, segundo Gardner (1995).

Tabela 3 – Estatística descritiva dos resultados obtidos – MIDAS

Inteligência	Min	Máx	M	DP
Espacial	0,00	15,00	12,22	2,66
Cinestésico	3,00	15,00	12,21	2,68
Interpessoal	4,00	15,00	12,10	2,58
Linguística	5,00	15,00	12,05	2,57
Lógico-matemático	0,00	15,00	11,54	3,64
Intrapessoal	2,00	15,00	11,47	2,93
Musical	2,00	15,00	11,47	2,93
Naturalista	1,00	15,00	10,71	3,24
Existencial	2,00	15,00	10,67	3,35

Fonte: os autores.

A Tabela 4 apresenta o resultado comportamental dos alunos avaliados, representando como estão distribuídos os fatores relacionados às emoções e aos sentimentos frente aos desafios impostos pela disciplina da matemática através da avaliação do teste MSCEIT (*Mayer-Salovey-Caruso-Emotional Intelligence Test*).

Tabela 4 – Resultado do perfil comportamental



Fonte: os autores.

Após verificação dos resultados observa-se que os itens, 5, 6, 7 e 12 apresentaram indicadores muito baixos, representando o desempenho inferior à média esperada do teste, que é de 50%, e esses itens apontam também a dificuldade de percepção das emoções e sentimentos, assim como o seu controle e regulação perante desafios estressantes ou desafiadores, o que, por muitas vezes, são observadas e impostas nas regências da disciplina da matemática, dificultando ainda mais o desempenho do ensino-aprendizagem.

A Tabela 5 representa o resultado obtido pelo questionário e entrevista com os 78 alunos da amostra. Pode ser observado que os itens 4, 7 e 10 apresentaram os valores mais baixos da pesquisa, exatamente nos quesitos de afetividade e afinidade na relação professor-aluno. O que demonstra que ainda é necessária uma maior interação nas relações comportamentais, emoções e sentimentos, para o auxílio do melhor desempenho na disciplina de matemática.

Tabela 5 – Resultado da relação professor – aluno



Fonte: os autores.

Considerações finais

O aprendizado em sala de aula e as experiências vividas foram realmente transformadores, e servirão de base para seguir adiante nesse mundo de aprendizagem continuada. Infelizmente a docência ainda é compreendida como uma ação complicada e exige dos professores

muitas competências e habilidades, tais como: domínio do conteúdo relacionado; capacidade para motivar e instigar os alunos; consideração das dificuldades no desenvolvimento cognitivo; metodologias de trabalho prazerosas e desafiadoras, a exemplo do estímulo do trabalho coletivo objetivando trocas recíprocas na resolução de situações; ênfase no diálogo valorizado por ambas as partes e respeito às diferenças, defendendo, para isso, a pluralidade cultural de forma ampla, dentre outros aspectos.

Nesses termos, o presente estudo de pesquisa possibilitou resumir que as emoções através da afetividade e a abrangência das múltiplas inteligências têm função essencial para atrair e despertar a atenção dos alunos da Matemática, dos professores que as ministram e, consequentemente, das relações sociais e da aprendizagem escolar.

Contudo, os temas afetividade (emoções) e inteligências múltiplas ainda são estigmatizados ou ignorados na Educação Básica, o que parece estranho, pois o ensino é uma atividade que envolve relações interpessoais. Dessa forma, as interações sujeito-objeto precisam ser agradáveis e significativas. Através de uma relação afetiva positiva pode-se conquistar e transmitir não só conhecimentos, como também possibilitar o desenvolvimento de outras competências e habilidades necessárias para as inter-relações humanas positivas tanto no âmbito escolar como para vida profissional. No exercício docente diário, as emoções e as diferentes formas de aprendizado através das várias abordagens da inteligência não podem e não devem ser dissociados da teoria com a prática. A inter-relação quando pautada em práticas afetivas e avaliada de ponto de vista diferentes, as formas de aprendizado direcionam a uma aquisição cognitiva mais efetiva, pois facilitam as relações e as ações pedagógicas. É importante a reflexão das causas do fracasso e frustrações escolar tanto da aprendizagem quanto ao processo de ensino em Matemática, e não apenas apontar os culpados.

Um caminho na busca da solução dos problemas que emperram o êxito no ensino-aprendizagem de Matemática, talvez, seja compreender como ocorre o conhecimento e os fatores que interferem no aprendizado e as diferentes teorias que podem transformar o trabalho pedagógico diário, levando-o a percorrer o caminho ação-reflexão-ação. É pertinente também, através dessa pesquisa, recomendar a formação continuada do professor, da mesma maneira, a busca permanente do bem-estar dos envolvidos no processo educacional, de forma que possam ser refletidos os componentes curriculares que estão sendo ofertados e a compatibilidade deles com as dimensões cognitiva, afetiva e social dos alunos.

Referências

GARDNER, H. **Inteligências múltiplas: A teoria na prática**. Porto Alegre: Editora ARTMED, 1995.

GARDNER, H. **Estruturas da mente**. Porto Alegre: Editora Artimed, 1995. Obra original publicada em 1983.

GOLEMAN, D. **Inteligência Emocional: A teoria revolucionária que redefine o que é ser inteligente**. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Objetiva, 1995.

GOLEMAN, D. **Trabalhando com a inteligência Emocional**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.

GOLEMAN, D. **Inteligência Emocional**: A teoria revolucionária que redefine o que é ser inteligente. Rio de Janeiro: Editora Objetiva, 2011. E-book.

SALOVEY, P. & MAYER, J. D. (1990). Emotional intelligence. **Imagination, Cognition, and Personality**, [s. l.], v. 9, n. 3, p. 185-211.

SMOLE, K. C. S. **Múltiplas Inteligências na Prática Escolar**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação a Distância, 1999. 80 p.

A IMPORTÂNCIA DO MÉTODO CIENTÍFICO

The importance of the scientific method

Luigi Carvalho Ferreira¹

Regiane Gordia Drabeski²

Resumo: A ciência e o método científico revolucionaram a história e a cultura da humanidade como um todo. Graças a isso, velhas crenças, preconceitos e tradições ficaram para trás, e novos valores humanos baseados na razão e nos conhecimentos, frutos de intenso trabalho científico e filosófico, tomaram lugar, levando ao despertar de uma nova consciência humana, com uma mentalidade mais humanista e secular. Tal mentalidade, só conseguiu florescer após a progressiva derrubada de diversos paradigmas sociais, culturais e religiosos. Neste trabalho, temos, portanto, o objetivo de realizar uma breve análise dessa evolução cultural e a influência do método científico ao longo desse processo, que progressivamente levou as sociedades a avançarem em direção a pautas humanistas liberais, que trouxeram maiores liberdades individuais, além de torná-las mais justas e igualitárias.

Palavras-chave: Ciência. Método científico.

Abstract: Science and the scientific method have revolutionized history and culture of humanity as a whole. Because of this, old beliefs, prejudices and traditions were stay behind, trail, and new human values based in the reasoning and knowledge, The product of hard work by science and philosophy,, has replaced for a new human awareness, leading to the awakening of a new human consciousness, with a more humanistic and secular mentality. This entality only managed to flourish after the progressive overthrow of several social, cultural and religious paradigms. In this paper such purposes include to analyze a brief cultural evolution and the influence of the scientific method throughout this process, that led societies to move towards liberal humaniststaves, which brought greater individual freedoms, in addition to making them more fair and egalitarian.

Keywords: Science. Scientific method.

Introdução

Desde a aurora da civilização, o ser humano tem buscado entender e dar significado aos elementos materiais e fenômenos naturais que formam a realidade, por ele percebida, do mundo ao seu redor. Em tal busca, muitos povos pensaram haver um propósito natural ou divino para a existência humana e de todos os astros do universo, sendo estes, muitas vezes, cultuados como verdadeiras divindades, e criando-se em cima disso as mais variadas formas de crenças sobrenaturais, as quais, por sua vez, se tornaram a base dos sistemas de crenças que fundamentaram a moral, as leis, a rotina, as tradições e a mentalidade, ou seja, a inteira cultura de tais povos.

De tal modo, durante milênios, os povos de inúmeras culturas acreditaram que os fenômenos naturais como chuvas, furacões, secas, estiagens, erupções vulcânicas, doenças, pragas etc. fossem manifestações de seres divinos com propósitos de presentear ou punir os humanos por motivos dos mais variados, acreditando que, de alguma forma, pudessem mudar a vontade dessas divindades, através de preces, sacrifícios, danças ou rituais de todos os tipos, para que chagas fossem evitadas e períodos de fertilidade e abundância fossem trazidos para a população.

¹Msc Luigi Carvalho Ferreira – Acadêmico do Centro Universitário Leonardo da Vinci, luigi_carvalho@id.uff.br.

²Doutoranda em Engenharia e Ciência de Materiais, Mestra em Engenharia Mecânica, Especialista em Docência no Ensino Superior, Gestão e Tutoria na EAD e LIBRAS, Licenciada em Física e Pedagogia, Professora de Física, Pedagogia e LIBRAS. regianedrabeski@escola.pr.gov.br..

Tudo isso, pelo simples fato de não conhecerem, e, portanto, não entenderem, os processos naturais e os princípios pelos quais tais fenômenos eventualmente ocorriam ao longo da vida de tais pessoas.

Esse trabalho tem, portanto, o objetivo de mostrar a importância do método científico, analisando sua capacidade de mudar os paradigmas de inteiros povos sobre a vida e a natureza com o passar do tempo, assim como a cultura e o modo de vida das pessoas.

Metodologia

Esta pesquisa foi realizada de maneira bibliográfica e documental, a fim de que o futuro pesquisador na área científica, saiba reconhecer a aplicação do método científico em seu cotidiano, ou, por exemplo, em um laboratório. Para a compreensão do conceito central desta pesquisa foram realizados estudos em obras clássicas, na área de história e filosofia da ciência. Ambos os autores selecionados na pesquisa descrevem a maneira como foi elaborado o método científico, e sua aplicação no desenvolvimento do conhecimento da humanidade.

História do método científico

Ao falarmos sobre ciência, é importante entendermos um pouco sobre o método científico e sua história. De maneira resumida, o método científico nada mais é do que o método criado para obter conhecimentos sobre a realidade objetiva do mundo que nos cerca. Tal método tem por base a observação cuidadosa, a medição experimental, coleta de dados, análise crítica das observações e dos dados coletados, e a criação de hipóteses e modelos racionais e falseáveis para explicar o funcionamento de fenômenos, sejam eles físicos, químicos e biológicos e, por vezes, até mesmo sociais, econômicos e psicológicos.

Considera-se que o método científico e seus fundamentos tiveram origem na obra do filósofo René Descartes intitulada “Discurso do Método” (DESCARTES, 1970). Em poucas palavras, nesse trabalho o autor afirma que a busca pela verdade objetiva deve se basear na dúvida sistemática e na decomposição do fenômeno, ou problema pesquisado em partes menores, onde através da descrição completa de cada uma dessas partes, teríamos, então, a descrição completa do fenômeno por inteiro.

Para deixar mais evidentes os elementos da filosofia científica de Descartes, vamos analisar alguns dos trechos de seu célebre livro “Discurso do Método”. Começamos por:

“[...] nunca aceitar, por verdadeira, coisa nenhuma que não conhecesse como evidente; isto é, devia evitar cuidadosamente a precipitação e a prevenção; e nada incluir em meus juízos que não se apresentasse tão claramente e tão distintamente ao meu espírito que não tivesse nenhuma ocasião de o pôr em dúvida” (DESCARTES, 1970).

Aqui Descartes deixa claro a necessidade de evidências para corroborar as afirmações feitas a respeito da realidade objetiva, sejam essas evidências de origem experimental, observacional, ou por meio de algum método indutivo, ou dedutivo.

“[...] dividir cada uma das dificuldades que examinasse em tantas parcelas quantas pudessem ser e fossem exigidas para melhor compreendê-las” (DESCARTES, 1970). Nesse trecho, fica explícita sua ideia de dividir um problema em partes menores a serem compreendidas de modo a compreender o todo.

[...] conduzir por ordem os meus pensamentos, começando pelos objetos mais simples e fáceis de serem conhecidos, para subir, pouco a pouco, como por degraus, até o conhecimento dos mais compostos, e supondo mesmo certa ordem entre os que não se precedem naturalmente uns aos outros” (DESCARTES, 1970).

Aqui Descartes explana sobre a necessidade de ordem dos pensamentos e argumentos para, em seguida, ser feita a dedução das ideias centrais para a explicação do fenômeno problema a partir de tais argumentos.

Ao analisar um problema, serão enumeradas hipóteses e respostas oriundas de um experimento, segundo Descartes, durante a pesquisa, o cientista deve sempre “[...] fazer enumerações tão completas e revisões tão gerais, que ficasse certo de nada omitir” (DESCARTES, 1970). O autor refere-se à necessidade de enumeração, ou classificação das diversas partes componentes do problema total, o que serve, por exemplo, para ajudar na divisão do problema em partes menores a serem estudadas separadamente.

É importante explicitar que o método de Descartes pode sugerir que o método científico se trata de um método processual inflexível de uma única via, ou seja, começando sempre pela elaboração de hipóteses, que devem ser postas à prova frente às evidências e aos dados coletados, ordenados e classificados.

No entanto, a realidade é que as sequências, nas quais os processos metodológicos científicos podem ocorrer, são múltiplas. Uma pesquisa científica não necessariamente inicia a partir da elaboração de hipóteses. Ela pode iniciar pela observação de um novo fenômeno ainda não conhecido; pode começar por uma experiência cujos resultados não conseguem ser explicados a partir de nenhum modelo científico prévio; pode começar pela idealização de alguma situação ainda não testada em laboratório; pode começar a partir de algum experimento mental, em que o cientista imagina uma situação em que algum modelo científico atual pode ser posto à prova.

Em outras palavras, o método científico é um processo de múltiplas vias cujo objetivo final é a obtenção de conhecimento a respeito da realidade objetiva, passando, necessariamente, porém, pelo escrutínio cuidadoso do pensamento racional e da verificação empírica.

Dito isso, devemos salientar que o método científico de Descartes, discutido até aqui, é conhecido hoje como método científico clássico, e apesar de ainda ser a base sobre a qual o método científico moderno se desenvolveu, vários avanços foram feitos na área da filosofia científica desde então, principalmente durante o século XX, especialmente graças ao grande filósofo Karl Popper ao fundar o conceito de falseabilidade, introduzido em seu livro *“The logic of Scientific Discovery”*.

O princípio da falseabilidade (POPPER, 2005) surgiu da necessidade de um princípio que conseguisse demarcar, tanto a separação entre o conhecimento científico do não-científico, ou filosófico, assim como separar um limite entre ciência e charlatanismo. Segundo tal princípio, para uma hipótese, ou modelo, ser considerada científica, ela precisa primeiramente ser falseável, ou seja, é preciso que ela nos forneça pelo menos uma maneira empírica de comprovar que tal hipótese seja falsa, no caso dela realmente ser falsa.

Podemos tomar como exemplo a hipótese de que “todos os ursos são pardos”. Para que tal hipótese fosse falseada, bastaria encontrar na natureza um único urso que fosse de outra cor, por exemplo branco, ou preto, ou seja, tal afirmação seria considerada científica, pelo fato de alguém possivelmente ter encontrado apenas ursos marrons na natureza e, por indução, ter concluído que todos os ursos são pardos, mas sim pelo fato de que bastaria um único exemplar de outra cor ser encontrado, para que toda a sua hipótese fosse empiricamente derrubada.

Tal princípio significou um grande avanço para toda a filosofia da ciência e do método científico. Isso pois, pela primeira vez na história, passou-se a entender que o conhecimento científico nunca é definitivo, e sim, sempre um conhecimento provisório, significando que o trabalho do cientista não é o de buscar comprovar uma teoria, mas sim o de sempre a pôr à prova, a fim de buscar derrubá-la para que outra teoria mais completa, mais geral e mais precisa possa vir a ser desenvolvida e tomar o seu lugar.

Mais do que isso, significou que, pela primeira vez na história da ciência, passou-se a se enxergar a evidência dedutiva, ao invés da indutiva, como a real forma de se alcançar algum conhecimento científico verdadeiro, já que nós não somos capazes de observar o universo inteiro a todo momento e em todos os lugares.

Impacto do método científico na cultura

Desde o surgimento dos primeiros seres humanos, ou seja, os primeiros indivíduos do gênero *Homo*, há aproximadamente 2,4 milhões de anos atrás (HARARI, 2018), na África, a aquisição de novas habilidades e de novos conhecimentos foi crucial para a nossa sobrevivência. Desde o domínio do fogo, da agricultura e da pesca, até o desenvolvimento da filosofia, da matemática, da astronomia e da ciência como um método de busca por verdades objetivas, o conhecimento sempre foi a nossa maior arma para prover a nossa subsistência e garantir a perpetuação da nossa espécie frente às adversidades da natureza como secas, enchentes, pestes, e do próprio convívio humano, como conflitos de interesse, guerras e genocídio.

Com o avanço do conhecimento humano, podemos facilmente dizer que a vida que levamos hoje é muito mais confortável do que no passado. Aumentamos exponencialmente em número, assim como o nosso domínio e influência sobre a natureza, a ponto de estarmos causando mudanças climáticas, derretimento das calotas polares, e destruindo ecossistemas inteiros, colocando toda a vida no planeta Terra em risco de extinção caso continuemos por esse caminho de destruição e exploração insustentável dos recursos naturais, de modo a termos, hoje, que procurar usar os mesmos conhecimentos na busca por soluções a essa ameaça global.

De tal forma, podemos também dizer que, ao passo que o conhecimento sempre foi nosso aliado na detecção de problemas e na busca por soluções, a ignorância sempre foi a nossa maior inimiga. Por causa dela, durante milhares de anos, e ainda hoje, somos inundados todos os dias por manifestações de preconceito, informações falsas, credices, obscurantismo religioso, tentativas de manipulação política das massas etc. Tudo isso, sempre causou, e causa, ainda hoje, divisão e conflitos entre os povos, assim como o atraso no avanço científico e cultural da humanidade e na emancipação humana através da luta por maiores liberdades individuais.

Dito isso, tentemos agora analisar como a ciência e o método científico ajudaram a humanidade a combater a ignorância, a credice, o preconceito e todo tipo de opressão do homem pelo homem, simplesmente através de seus avanços e descobertas e da universalização de uma forma racional e científica de pensar.

Tomemos como exemplo, a questão da credice religiosa. Há milênios, muito antes do desenvolvimento da filosofia e da ciência, nenhum ser humano era capaz de explicar nada, ou quase nada sobre suas próprias origens e sobre a origem e o funcionamento das coisas e do mundo ao seu redor. Tudo parecia mágico, incompreensível. Parecia que o mundo havia sido criado para o ser humano, para que ele pudesse viver e desfrutar ao máximo de seus recursos de modo a se multiplicar, perpetuando o gênero humano, e viver a vida em sua forma mais plena.

Tal fato, levou inúmeros povos a acreditarem, ao se verem como os únicos seres “racionais” da face da Terra, serem os escolhidos a dominar a Terra e fazer dela a sua casa. Tal escolha, acreditava-se ter sido parte de uma grande força criadora, alguma entidade divina e, por vezes, imaculada, que haveria criado o mundo, a fauna, a flora e a humanidade, sendo essa última o centro de todas as coisas, o centro do universo ao redor do qual tudo girava e em prol dela existia.

Em volta dos múltiplos sistemas místicos de crenças a que esse tipo de pensamento deu origem, criaram-se todo tipo de mitos, costumes, tradições e leis que serviram de base moral de inteiras culturas de inúmeras civilizações e que guiaram, portanto, o curso da humanidade neste planeta.

Esses mitos, no entanto, levaram também à criação de inúmeros preconceitos e regras morais arbitrárias com punições severas para quem desafiasse ou quebrasse as tradições de sua cultura ou religião. Mais do que isso, as religiões que se criaram, levaram, muitas vezes, povos inteiros a aceitarem e normalizarem práticas hoje em dia consideradas desumanas, como sacrifício humano, apedrejamento até a morte de mulheres adúlteras, amputação de membros à ladrões, escravização de seres humanos, submissão da mulher ao homem, pena de morte a homossexuais etc. Práticas essas que, ainda hoje, são mantidas dentro da cultura de diversos povos do planeta sob o aval de leis religiosas milenares, oriundas de um tempo em que a humanidade ainda estava engatinhando em seu caminho rumo ao conhecimento.

Tudo isso, só começou a mudar a partir do surgimento dos primeiros filósofos na Grécia antiga, época em que, pela primeira vez na história, o ser humano começou a tentar entender o mundo sem precisar se escorar em mitos religiosos, mas sim através da razão, da pesquisa e do questionamento desses mitos e das tradições que lhes eram oriundas.

Quanto à ciência e ao método científico, por terem surgido como uma consequência a esse despertar intelectual humano e da curiosidade e da sede de respostas às indagações filosóficas mais importantes da história, como “quem somos?”, “de onde viemos?” e “para onde vamos?”, podemos dizer que eles foram fundamentais para a humanidade vencer as barreiras impostas pela religião e suas tradições, assim como derrubar muitos preconceitos oriundos delas.

Um exemplo disso, poderíamos citar a comprovação de Galileo Galilei do modelo heliocêntrico de Nicolau Copérnico. Tal fato, desbancou a visão da humanidade de que seríamos o centro do universo, fato que inclusive levou a Igreja Católica a perseguir Galileo, levando-o à prisão domiciliar pelo resto de sua vida. Poderíamos citar também as descobertas de Charles Darwin (DARWIN, 2001), que o levaram a elaborar a Teoria da Evolução, a qual desbancou de vez a ideia de que o homem teria vindo do barro e a mulher de sua costela. Ou poderíamos citar também as descobertas da Física que levaram a descobrir que o universo surgiu há 13,82 bilhões de anos atrás num evento conhecido como *Big Bang*, que levaram a desbancar de vez a crença de que o mundo teria sido criado há poucos milênios e que o ser humano teria surgido com ele.

Considerações finais

Podemos dizer que a ciência, junto ao método científico, ajudou a humanidade a questionar seus mitos de criação e, conseqüentemente, suas tradições, seus preconceitos e leis religiosas, levando ao desenvolvimento de uma sociedade muito mais tolerante e igualitária do que há séculos.

Dito de outra forma, podemos, enfim, citar um trecho do livro “Conjecturas e Refutações” (1972) de Karl Popper:

Um dos ingredientes mais importantes da civilização ocidental é o que poderia chamar de 'tradição racionalista', que herdamos dos gregos: a tradição do livre debate – não a discussão por si mesma, mas na busca da verdade. A ciência e a filosofia helênicas foram produtos dessa tradição, do esforço para compreender o mundo em que vivemos; e a tradição estabelecida por Galileu correspondeu ao seu renascimento. Dentro dessa tradição racionalista, a ciência é estimada, reconhecida, pelas suas realizações práticas, mais ainda, porém, pelo conteúdo informativo e a capacidade de livrar nossas mentes de velhas crenças e preconceitos, velhas certezas, oferecendo-nos em seu lugar novas conjecturas e hipóteses ousadas. A ciência é valorizada pela influência liberalizadora que exerce – uma das forças mais poderosas que contribuiu para a liberdade humana (POPPER, 1972, p. 129).

Ou seja, nesse trecho, Popper reafirma um dos mais importantes legados da ciência e do método científico que é a capacidade que isso tem de mudar os paradigmas da humanidade, levando-a a ultrapassar as barreiras impostas pela cultura, pelas tradições e pela religião, e ainda a um mundo mais livre, mais igualitário e, portanto, mais justo.

Referências

DESCARTES, R. **Discurso do método**. Tradução, prefácio e notas de João Cruz Costa. São Paulo: Editora de Ouro, 1970.

DARWIN, C. **On the origin of species by means of natural selection**: or, The Preservation of favoured races in the struggle for life. London: Electric Book Co., 2001.

HARARI, Y. N. **Sapiens**: a brief history of humankind by Yuval Noah Harari. São Paulo: Companhia das Letras, 2018.

POPPER, K. R. **Conjecturas e refutações**: (o progresso do conhecimento científico). Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1972.

POPPER, K. **The logic of scientific discovery**. Londres: Routledge, 2005.

DIFICULDADES ENCONTRADAS NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE FÍSICA EM UMA ESCOLA DE ENSINO MÉDIO DE CAMETÁ/PA

Difficulties encountered in the physics teaching and learning process in a high school in Cametá/PA

Isael Damasceno Lobo¹

Leomira dos Prazeres Lobato²

Fernanda Cristina Borgatto³

Resumo: O presente trabalho foi realizado por meio de uma pesquisa de campo, com alunos de uma escola de Ensino Médio do município de Cametá-PA. Com o objetivo de analisar as dificuldades encontradas pelos alunos no processo aprendizagem da Física, em compreender a partir da realidade dos alunos como ocorrem os processos educativos dos conteúdos de Física, entender as formas pelas quais aprendizagem dos alunos ocorre e identificar as dificuldades vivenciadas por educador e educandos nesta disciplina. A metodologia utilizada na pesquisa foi o estudo de caso, realizado no sentido de investigar a referida problemática. A pesquisa busca embasamento teórico em Brasil (2018), Borges (2016) e Schoenfeld (1997) dentre outros que ressaltam que a disciplina de Física nem sempre é bem-aceita pelos alunos e que isso tem como base as maneiras pelas quais o ensino ocorre. Por sua vez, os dados empíricos foram construídos por meio da aplicação de questionários e nos permitem pensar que na referida instituição há uma série de questões materiais e humanas que contribuem para as fragilidades no processo de ensino aprendizagem da Física.

Palavras-chave: Ensino. Aprendizagem. Física.

Abstract: This paper was carried out through field research, with students from a high school in the city of Cametá-PA. With the aim of analyzing the difficulties encountered by students in the process of learning physics, understanding from the reality of students how the educational processes of physics content occur, understanding the ways in which student learning occurs and identifying the difficulties experienced by teachers and students in this discipline. The methodology used in the research was the case study, carried to investigate the problem. The research seeks theoretical basis in Brasil (2018), Borges (2016) Schoenfeld (1997) among others who emphasize that the physics discipline is not always well-accepted by students and that this is based on the ways in which teaching occurs. On the other hand, the empirical data were constructed through the application of questionnaires and allow us to think that in that institution there are a series of material and human issues that contribute to the weaknesses in the process of teaching and learning physics.

Keywords: Teaching. Learning. Physical.

Introdução

O presente trabalho visa realizar uma análise interpretativa acerca do processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos da área da física, para tanto analisando as dificuldades vivenciadas ao longo deste processo. A escolha por esta temática deu-se a partir de vivências e práticas no contexto escolar, realizados ao longo de nossa formação acadêmica, em especial ao longo dos períodos de estágios e das interações empíricas em sala de aula onde pudemos observar que

¹ Graduado no Curso de Licenciatura em Física da Uniasselvi – Polo Cametá, isaellobo21@gmail.com.

² Graduada no Curso de Licenciatura em Física da Uniasselvi – Polo Cametá, leomiralobato09@gmail.com.

³ Tutora Externa do Curso de Licenciatura em Física – Polo Cametá, fernandaborgatto@hotmail.com.

o ensino-aprendizagem desta disciplina, de modo geral, ocorre de forma tradicional e descontextualizada do cotidiano dos alunos, ou seja, as vertentes que englobam os cálculos, operações, expressões tangentes referentes à área da física não se dão de forma prazerosa e por tal, não são apreendidas de fato, criando certa aversão nos alunos.

Nesse sentido, o rendimento escolar dos alunos na disciplina de Física é de forma considerável baixo e a interação com o conhecimento físico evidencia a dificuldade que o aluno possui em correlacionar o que se estuda com algo que presente em seu dia a dia, havendo a necessidade de criar meios que estabeleçam comparações entre os conceitos e processos ensinados com a prática histórico-social dos educandos, criando, assim, uma abordagem de conceitos que mantém conexão com a história e com a vivência do aluno. Assim, o professor, durante o ato de ensinar os conteúdos da Física deve sempre fazê-lo por meio de uma proposta de ensino voltada a despertar seu interesse proporcionando-lhes melhor desempenho nesta disciplina (GODOI, 2018).

Desta forma, elencamos que a relevância deste estudo está voltada à possibilidade de evidenciar as amostras de ganho acadêmico, pedagógico e social. No âmbito acadêmico, posto que reflete sobre o processo de ensino-aprendizagem da física tendo como base a aprendizagem significativa. No âmbito pedagógico, na medida em que adentra nas fragilidades e dificuldades enfrentadas por docentes e discentes no ato de ensinar e aprender a Física. No âmbito social, por meio desta escrita, tem-se a possibilidade de promover uma reflexão sobre a necessidade de ressignificação das práticas e dos métodos de ensino na área da física.

O *locus* da pesquisa foi uma escola pública estadual de ensino médio localizada no município de Cametá-PA, a qual denominaremos de Escola X. Para nortear a concretização desta pesquisa, o objetivo geral se propõe a “analisar as dificuldades encontradas pelos alunos da Escola X, no processo de ensino-aprendizagem da Física”. Os objetivos específicos são: a) compreender, a partir da realidade dos alunos, como ocorrem os processos educativos dos conteúdos de física; e b) entender as formas pelas quais aprendizagem dos alunos ocorre e identificar as dificuldades vivenciadas por educador e educandos nesta disciplina. Diante do exposto, a presente proposta de pesquisa visa responder à seguinte problemática: quais são as principais dificuldades vivenciadas por alunos e professores no processo de ensino-aprendizagem da Física na Escola X?

No que se refere a organização da escrita, o trabalho encontra-se organizado da seguinte forma: inicialmente, realizou-se uma breve fundamentação teórica acerca do objeto de análise, no sentido de demonstrar na literatura oficial como se encontram os estudos sobre o processo de ensino aprendizagem da física, evidenciando as principais dificuldades que se instauram em sala de aula para professores e alunos de modo geral, além de discutir sobre o processo de ensino-aprendizagem da Física a partir da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Na sequência é apresentada a metodologia que permitiu a elaboração do trabalho, os resultados da pesquisa de campo, bem como a discussão que deles provêm e por fim as considerações finais da pesquisa.

O processo de ensino aprendizagem da Física e as dificuldades encontradas por professores e alunos

Ao longo da história, o processo de ensino-aprendizagem da Física ocorreu permeada por estigmas e aversões por parte dos alunos e uma amplitude de dificuldades tanto para docentes quanto para os alunos, assim, não tão raro ocorre uma evidente falta de motivação dos alunos em relação aos conteúdos ensinados em sala de aula, que em sua maioria ocorrem com base em metodologias tradicionais de ensino. Esta situação ocasiona déficits ao aprendizado

dos alunos implicando seus rendimentos escolares. Borges (2016, p. 20) ressalta que o ensino de Física nas escolas do Brasil é permeado por uma realidade preocupante em relação ao desempenho dos alunos nessa disciplina.

Nesse sentido, de acordo com Antonowiski, Alencar e Rocha (2017, p. 52),

Uma das grandes dificuldades encontrada no ensino de Física está relacionada à capacidade de compreensão de leitura por parte dos alunos. Há também a deficiência no conhecimento básico em matemática. Estes fatores prejudicam os estudantes para a aprendizagem desta disciplina. A Física é inicialmente apresentada aos alunos do último ano do ensino fundamental, e é a partir deste momento que o aluno começa a sentir dificuldades em entender o real sentido desta disciplina.

Para Borges (2016) dentre as principais dificuldades enfrentadas no processo de ensino-aprendizagem da física vislumbra-se a própria dificuldade que os alunos possuem em absorver as fórmulas e cálculos físicos cuja origem e finalidade não são devidamente esclarecidas pelos professores, somado a isso, percebe-se que os conteúdos não possuem correlações com a vida cotidiana dos alunos.

Para entendermos a disparidade entre qualidade do ensino da Física e as dificuldades encontradas pelos alunos é preciso nos atentarmos para os estudos de Menegotto e Rocha Filho (2008), que afirmam que a qualidade do ensino é ruim, e que um percentual considerável dos alunos não consegue acompanhar as aulas ministradas pelos professores, fato que por sua vez promove uma frustração. Os autores ressaltam ainda que um dos grandes problemas encontrados em sala de aula tem a ver com a linguagem e com a metodologia utilizadas pelo professor que são descontextualizadas à realidade dos educandos.

Trabalhar o conteúdo de física de forma descontextualizada à realidade dos educandos, de acordo com Fiolhais e Trindade (2003), faz com que os conceitos parecem não possuir lógica ao estudante, dificultando assim a compreensão e, conseqüentemente, a aplicação dos conteúdos estudados em seus cotidianos. Este ponto de vista é defendido por Santos, Alves e Moret (2006), que ressaltam que o grande gerador de desinteresse dos alunos pelos conteúdos ministrados nas aulas de física é a não associação do que é ensinado em sala de aula, com o que é vivido por eles no dia a dia. Isto ocorre em especial pelo fato de que muitos professores não atualizam metodologicamente suas práticas por meio de cursos de qualificação e de formação continuada e ainda não criam formas de sistematizar o conhecimento do aluno incorporando as suas aulas exemplos e experimentações que poderiam facilitar o processo de aprendizagem do aluno.

Borges (2016) ressalta que o processo de ensino-aprendizagem das disciplinas da área das Ciências Naturais, dentre as quais se encontra a disciplina de Física, que deve ter como base o ensino acerca dos fenômenos da natureza, envolvendo conceitos diretamente relacionados às tecnologias (informática, telecomunicação, automobilística etc.) para que os alunos consigam dominar conceitos básicos da disciplina e ainda verificar sua importância para a resolução dos problemas da vida diária por meio do processo de interdisciplinaridade.

Bonatto *et al.* (2012) ressaltam que por meio da interdisciplinaridade há uma interação entre os conteúdos da física com outras áreas específicas do conhecimento escolar, esta estratégia tem como objetivo promover uma interação entre o aluno, professor e cotidiano. Para estes autores, o exercício interdisciplinar trata-se de uma integração de conteúdos entre disciplinas do currículo. De modo semelhante, Fazenda (2002) pontua que a interdisciplinaridade parte da premissa de que nenhuma forma de conhecimento é em si mesma racional, mas busca o diálogo com outras áreas do conhecimento, deixando-se interpenetrar por elas.

Através do trabalho interdisciplinar, o ensino da física está para além da resolução de contas, exercícios e fórmulas, no entanto, o professor precisa estar atento para a criação de espaços de aprendizagem que tenham como base a prática cotidiana, criando significados e construindo novos mecanismos de resolução de problemas. Assim, “o professor deve fazer uso de práticas metodológicas para a resolução de problemas, as quais tornam as aulas mais dinâmicas e não restringem o ensino a modelos clássicos, como exposição oral e resolução de exercícios” (SCHOENFELD, 1997, p. 48).

Nesse sentido, ressalta-se a importância de o professor realizar a contextualização dos conteúdos ao ministrar os conceitos da área da física de modo a permitir que o aluno construa um aprendizado significativo, favorecendo um ensino de melhor qualidade. De acordo com Piovesan e Zanardini (2008), o professor precisa se atentar para a articulação entre o conhecimento e o processo de libertação do aluno como agente social. Isto porque o educador possui lugar de extrema importância no processo de ensino. Desta forma, o professor deve ir além do que meramente repassar conceitos, mas precisa “saber se as formas de ensino atendem às diferentes formas de aprendizagem” (SILVA, 2011, p. 40).

Dito de outra forma, o ensino da física exige que o professor atente-se para o planejamento, o ensino e a prática, e que, de modo especial esteja sensível para a realização de uma avaliação efetiva da aprendizagem que envolva todos os aspectos relacionados às formas com que o aluno pode utilizar o conhecimento em diversas situações cotidianas, fazendo relações com os conhecimentos que já possui, desenvolvendo novas aprendizagens que lhes permita resolver problemas e aplicar conceitos em sua vida. Sobre isto Moreira (2010) propõe que é importante reiterar que a aprendizagem significativa tem como foco a interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não literal e não arbitrária, mas trata-se de um processo em que os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva.

Para que haja aprendizagem significativa na área da física é necessário que o professor seja um comunicador que desperte o interesse do aluno e leve em consideração os aspectos psicológicos envolvidos nesse processo de aprendizagem. De acordo com Santos, Alves e Moret (2006), de fato, a aprendizagem só é significativa na medida em que se insere de forma ativa na realidade, forjando o aluno de noções que os possibilite intervir no mundo real enquanto objetivo final da aprendizagem.

O processo de ensino aprendizagem da Física a partir da Base Nacional Comum Curricular

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) apresentada em 2018 traz como perspectiva o enfrentamento de problemas presentes no processo de ensino-aprendizagem do Sistema Educacional Brasileiro, aumentando assim a qualidade da educação. De acordo com a BNCC, a área de Ciências da Natureza, que engloba os componentes curriculares de Física, Química e Biologia, tem como objetivo auxiliar o aluno em seu processo de construção de conhecimentos tornando-o apto para a realização de julgamentos, para a tomada de iniciativas, elaboração de argumentos e pontos de vistas sólidos (BRASIL, 2018), ou seja, de modo especial a BNCC atenta para uma formação global que substancie os alunos para o efetivo enfrentamento dos mais variados desafios da contemporaneidade.

Essa formação global, ampla em sentidos exige que os componentes curriculares da área de Ciências da Natureza possibilitem a construção de uma base de conhecimentos contextualizada tendo como base a discussão de temas como energia, saúde, ambiente, tecnologia,

educação para o consumo, sustentabilidade, entre outros (BRASIL, 2018). Isto de modo geral exige do ensino uma real integração com os conhecimentos abordados nos vários componentes da área, bem como da área Ciências da Natureza com outras (BRASIL, 2018). Nesse sentido, de acordo com a BNCC (2018) a contribuição da disciplina de física para o processo de formação humana perpassa pela abordagem referentes a leis e princípios onde a escola possui a responsabilidade de promover a compreensão destes fenômenos físicos.

Somado a isto, por meio desta disciplina de física, os alunos devem consolidar o conhecimento acerca de um conjunto de princípios socioambientais que envolvem a conservação do meio ambiente, conversão e degradação da energia, conservação de quantidades de movimento, fenômenos como a cor do céu ou de chamas, dentre outros. Assim, a BNCC sintetiza que ao aprenderem por exemplo que as quedas se devem à gravidade terrestre e que os sinais de rádio são possíveis graças às ondas eletromagnéticas os alunos conseguem interpretar o mundo a nossa volta (BRASIL, 2018).

Nesse viés contempla-se que a BNCC (2018) pontua a importância do estabelecimento de relações interdisciplinares entre os conteúdos tratados nas diversas disciplinas da área das ciências da natureza e suas tecnologias com a vida e o trabalho desempenhados em sociedade, interligando e buscando uma aproximação dos conteúdos entre as diversas disciplinas que compõem o currículo. Dito de outra forma, a interdisciplinaridade é tratada por meio da BNCC como uma das principais respostas para o enfrentamento dos problemas que se apresentam no cenário educacional brasileiro, no sentido de que esta propõe a interação entre as áreas do conhecimento por meio de competências e habilidades voltadas à formação comum a todos os estudantes. Esse diálogo com outras áreas de ensino é possível na medida em que o ensino conceba o aluno em sua integralidade.

Nesse sentido, é importante que o ensino da Física deve ampliar e sistematizar as aprendizagens essenciais desenvolvidas ao longo da etapa escolar, focalizando e interpretando os fenômenos naturais e os processos tecnológicos de modo a possibilitar aos estudantes a apropriação de conceitos, procedimentos e teorias dos diversos campos das Ciências da Natureza, criando condições para que eles possam explorar os diferentes modos de pensar e de falar da cultura científica, situando-a como uma das formas de organização do conhecimento produzido em diferentes contextos históricos e sociais, possibilitando-lhes apropriar-se dessas linguagens específicas (BRASIL, 2018).

De modo geral, por apresentar questões sobre a importância da contextualização entre as aulas e o cotidiano, a interdisciplinaridade, a conscientização do uso dos recursos ambientais, além do uso de energia e distribuição de renda, a BNCC se apresenta como um importante documento para análise e direcionamento a ser seguido pelo processo de ensino aprendizagem da área da Física, na medida em que possibilita ao professor uma série de alinhamentos que podem ser trabalhados em sala de aula. Para Godoy (2018) os conceitos apontados pela BNCC não são tão inovadores assim, ou seja, são questões já conhecidas e trabalhadas por educadores e educadoras de todo o Brasil, contudo, agora assumem uma nova dinâmica que envolve o desenvolvimento tecnológico atual.

Assim, a implementação dos alinhamentos propostos pela BNCC sobre o ensino da física deve ocorrer em consonância com a capacitação docente, ou seja, com a formação continuada do quadro de professores e com uma eminente mudança nos atuais cursos de Licenciatura em Física para que assim seja possível reverter e ressignificar a ideia de que esta disciplina “é conhecida por muitos discentes como uma das mais áridas da matriz curricular” (GODOY, 2018, p. 35).

Metodologia

Os caminhos que permitiram a realização da pesquisa e da escrita deste trabalho encontram-se firmados nos objetivos e na importância da abordagem do referido tema. Ao buscar evidências sobre as dificuldades encontradas no processo de ensino-aprendizagem da física, optou-se por uma abordagem qualitativa, que trata de uma perspectiva que permite uma proximidade mais efetiva com o ambiente, possibilitando analisar as questões do sujeito na sua totalidade, apresentando as contradições existentes na implementação de uma política pública sob a justificativa de melhorar o ensino, como também os indicadores educacionais.

A abordagem qualitativa permite, ainda, evidenciar a valorização dos sujeitos sociais que se constituem em fontes reais de informações, capazes de apresentar uma interpretação acerca das contradições e da complexidade da realidade. Realidade que é o ponto de partida que serve como elemento mediador entre os sujeitos (SILVA, 2011). Conforme Chizzotti (2009, p. 79), “a abordagem qualitativa parte do fundamento de que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, uma interdependência viva entre o sujeito e o objeto, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade”.

No entanto, por evidenciar as questões intrínsecas à interdependência das relações existentes entre professores e alunos no processo de ensino e aprendizagem da Física, tem-se como base o estudo de caso, que segundo Gil (2008, p. 57), “é caracterizado pelo estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira a permitir o seu conhecimento amplo e detalhado”. Já de acordo com Yin (2001, p. 21), o estudo de caso, “contribui de forma inigualável, para a compreensão dos fenômenos individuais, organizacionais, sociais e políticos” e permite “uma investigação para se preservar as características holísticas e significativas dos eventos da vida real” (YIN, 2001, p. 21).

De acordo com Chizzotti (2009, p. 102-103), a realização de pesquisas que envolvam o estudo de caso supõe três fases, são elas: “a seleção e delimitação do caso, o trabalho de campo, e a organização do relatório”. Dessa forma, discorreremos acerca dos procedimentos que envolvem as fases deste estudo, tendo sido realizado em dois momentos de investigação: a) Revisão bibliográfica; e; c) Pesquisa de Campo. A revisão bibliográfica, foi realizada em artigos, TCCs, dissertações, teses e livros que abordam as dificuldades encontradas pelos alunos no ensino de Física.

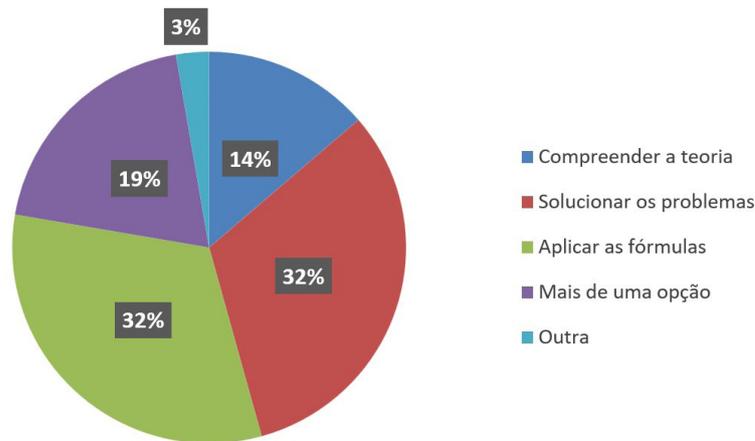
Tais levantamentos foram importantes para que pudéssemos constatar a importância do objeto de estudo para o campo de pesquisas recorrentes a área da física. Assim, cabe mencionar que neste levantamento percebe-se a pouca produção nesta área de estudo, sugerindo que ainda há muito a se produzir. Por sua vez, foi utilizada como técnica de investigação para coleta dos dados empíricos, a entrevista semiestruturada realizada com 336 alunos matriculados na Escola X⁴, esses alunos são de dez turmas, sendo quatro do 1º ano, três do 2º ano e três do 3º ano do ensino médio do turno da manhã, com os quais se buscou verificar informações que nos permitissem analisar e considerar a produção escrita como um exercício teórico altamente ligado a dados empíricos.

Resultado e discussão

A sistematização dos dados obtidos durante a pesquisa na Escola X encontram-se neste tópico, representados por gráficos. É possível verificar o resultado em percentual referente às perguntas aplicadas por meio do questionário.

⁴ Utilizou-se a letra X como forma de preservar a identidade da escola onde foi realizada esta pesquisa.

Gráfico 1 – Qual a sua principal dificuldade encontrada no ensino de física?



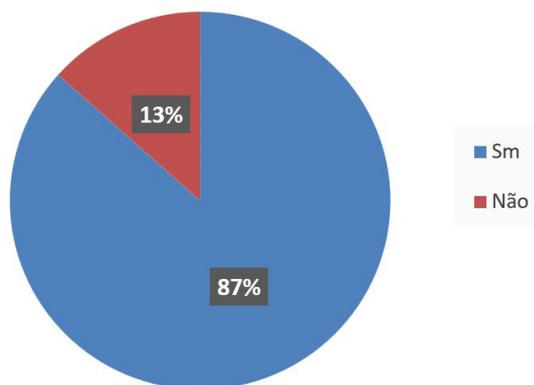
Fonte: os autores.

A partir dos dados coletados sobre quais seriam as dificuldades encontradas pelos alunos no ensino de física, constatou-se os seguintes resultados (Gráfico 1): as dificuldades em solucionar problemas e a aplicação das fórmulas obtiveram as mesmas porcentagens de 32%, os discentes que responderam ter dificuldades em mais de uma opção corresponde a 19%, e os que não compreendem a teoria são em torno de 14%, somente 3% dos alunos responderam outra opção que não estava presente no questionário. Com isso, podemos observar que dentre as principais dificuldades dos alunos para o entendimento de física, as maiores delas estão relacionadas na interpretação para solucionar os problemas e nas aplicações.

De acordo com Borges (2016), este é justamente o principal problema encontrado no ensino da Física no Brasil, quando em geral o aluno concebe que a disciplina de Física se resume à aplicação de fórmulas para se resolver exercícios, em que na maioria das vezes não consegue entender as discussões, os contextos e os entendimentos referentes aos conceitos envolvidos na disciplina como elementos que estão para além da mera resolução de cálculos e equações. Ou seja, uma das principais dificuldades enfrentadas pelos alunos está diretamente relacionada com a mínima relação entre os conteúdos estudados em sala de aula com a vida cotidiana deles.

Por outro lado, constatou-se que 87% dos alunos gostam de estudar a disciplina, enquanto, 13% declararam não gostar (Gráfico 2).

Gráfico 2 – Você gosta da disciplina de física?



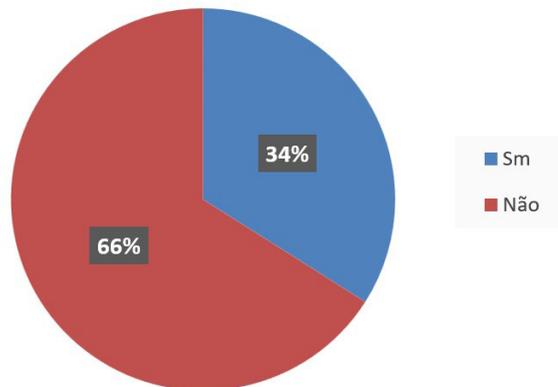
Fonte: os autores.

No que se refere às metodologias de ensino observadas em sala de aula, em especial, a realização de atividade de experimentação nas aulas de física, a falta de proximidade e de interesse dos alunos para com os conteúdos da física resulta em um aprendizado mecânico, quando os alunos apenas decoram o que foi repassado com intuito de conquistarem uma boa aprovação nas avaliações, não tendo a aprendizagem real e significativa daquilo que foi repassado pelo professor.

De modo geral, a aprendizagem mecânica coincide com o modelo de uma pedagogia tradicional, e reforça que o processo de ensino possui grandes fragilidades que precisam ser resolvidas para que de fato ocorra uma aprendizagem dinâmica que permita ao aluno realizar interconexões mentais com os conhecimentos. De acordo com Ausubel (*apud* Moreira, 1982), a aprendizagem significativa faz menção a um processo no qual as novas informações relacionam-se com o conhecimento prévio do aluno. Contudo, a promoção da aprendizagem significativa possui com eixo central a figura do educador que deve substancialmente atuar no sentido de despertar no aluno o processo de aprendizagem, sempre levando em consideração os aspectos psicológicos e culturais envolvidos nesse processo de aprendizagem.

Dito de outra forma, o professor não deve somente repassar o conteúdo, mas torná-lo acessível ao aluno, motivando-o. De igual modo, para que ocorra uma aprendizagem significativa o aluno também precisa apresentar disposição para construir seu aprendizado. Para tanto, investigou-se junto aos alunos participantes da pesquisa se eles participam ou já participaram de atividades experimentais em sala de aula para verificar até que ponto a aprendizagem ocorre de forma mecânica ou significativa.

Gráfico 3 – Você já realizou alguma atividade experimental nas aulas de física?



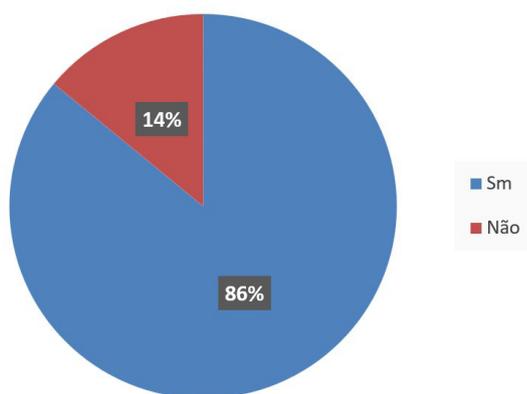
Fonte: os autores.

Conforme os resultados, verificou-se que cerca de 66% dos alunos responderam que nunca realizaram atividades de experimentação ao longo das aulas de física, enquanto, que 34% disseram que sim (Gráfico 3). Essa diferença ocorre devido à pesquisa não ser centralizada somente em uma única turma, sendo que as turmas do primeiro ano do ensino médio só tiveram poucas aulas e isso pode ter influenciado, contudo, o percentual de alunos que dizem nunca ter vivenciado ou participado desse tipo de experimentação reflete que o ensino da disciplina nem sempre é dinâmico e experimental, e isto, de modo geral tem a ver com a formação do docente, e com as práticas de que se utiliza no ato de ensinar, não realizando adequação destes conteúdos ao campo prático, envolvendo metodologias de ensino diversificadas por meio das quais o conhecimento seja construído de fato com base na realidade, e onde o aluno encontre significado

factual nos conceitos teóricos, relacionando a física não só a sua vivência, mas, principalmente, a tantas outras áreas do conhecimento.

Esta questão também foi alvo de nossa investigação empírica junto aos alunos, onde buscamos compreender se os alunos que participaram da pesquisa conseguem relacionar o que aprendem na escola com suas experiências de vida. O resultado mostrou que apenas 14% dos alunos não conseguem perceber a relação entre os conteúdos com a realidade, ao passo que 86% dos estudantes responderam que os conteúdos são de acordo com o seu cotidiano (Gráfico 4). Ou seja, conseguem pensar na adequação do viés teórico ao campo empírico no ato de aprender os conteúdos físicos.

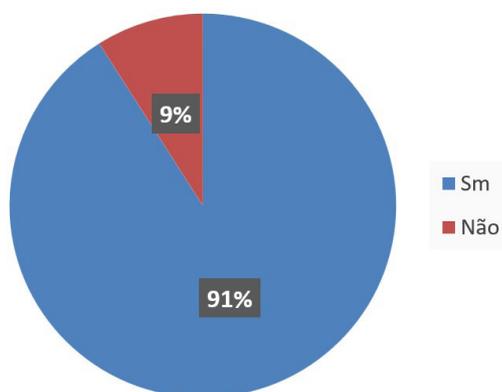
Gráfico 4 – Você percebe alguma relação entre os conteúdos de física com sua realidade?



Fonte: os autores.

Em relação à forma que o professor aborda os conteúdos em sala de aula, 91% dos alunos responderam que há interação por parte do professor e 9% disseram que não (Gráfico 5). Os dados demonstram que é possível criar formas de consolidar metodologias de ensino em que os conceitos sejam repassados de formas interativas e práticas, para que o conhecimento seja construído com base na realidade, atendendo aos preceitos encaminhados pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2000) onde o processo de ensino relaciona-se com a aprendizagem dessa área.

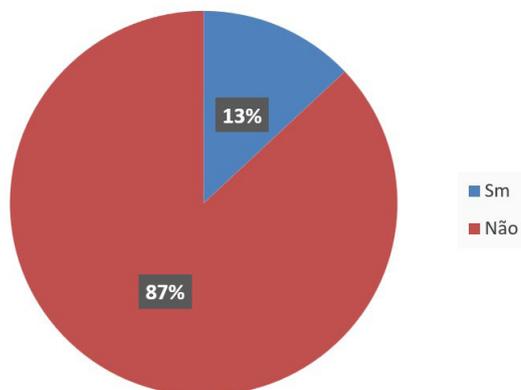
Gráfico 5 – O professor aborda os conteúdos de forma interativa?



Fonte: os autores.

Quanto aos recursos educativos utilizados pelos docentes, 87% dos acadêmicos responderam que o professor não utiliza jogos educativos e somente 13% responderam sim (Gráfico 6).

Gráfico 6 – O professor desenvolve atividades com jogos educativos?

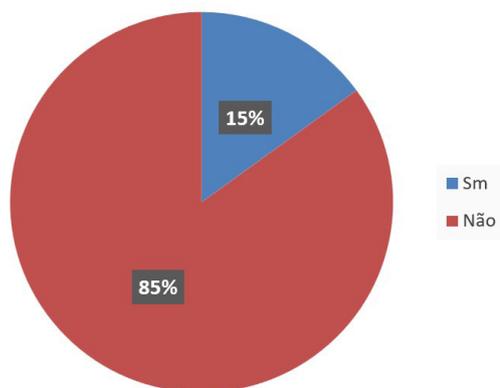


Fonte: os autores.

O percentual de respostas negativas deve-se ao fato de que a instituição não possui meios eficientes para se trabalhar a física na prática, devendo o professor criar formas e estratégias para aprimorar seu trabalho em sala de aula. Nesse sentido, também buscamos perceber se os professores inserem ou utilizam recursos tecnológicos no processo ensino aprendizagem de física.

Em relação ao uso de recursos tecnológicos 85% dos alunos relataram que o professor não adéqua o ensino de física às tecnologias, e somente 15% responderam que sim (Gráfico 7). Esta questão mais uma vez ocorre pelo fato de que a escola não apresenta o suporte necessário, para que o professor possa utilizar os mesmos. O que ocorre é que o número de ferramentas tecnológicas presentes na escola não é suficiente para suprir a demanda das turmas.

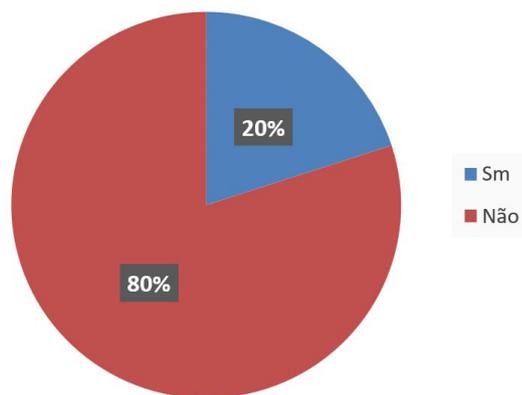
Gráfico 7 – O professor utiliza recursos tecnológicos no processo de ensino e aprendizagem?



Fonte: os autores.

Tendo em vista os resultados apresentados acima, percebe-se que o ensino da Física ocorre por meio de práticas de ensino tradicionais, fato justificado pela falta de recursos tecnológicos na escola, no entanto, inquieta-nos ainda um eixo de fundamental importância no ensino dessa disciplina, sinalizado inclusive pela Base Nacional Comum Curricular, que se trata da interdisciplinaridade. Dessa forma questionaram-se os alunos se o ensino de física é tratado com interdisciplinaridade. Conforme resultado, 80% dos alunos entrevistados responderam que não, e somente 20% disseram que sim (Gráfico 8).

Gráfico 8 – O ensino de física é tratado de forma interdisciplinar?



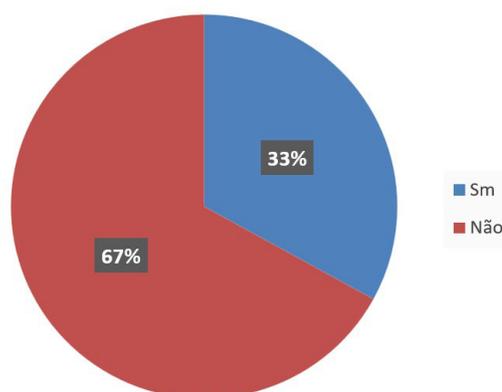
Fonte: os autores.

A interdisciplinaridade permite um diálogo entre as diferentes áreas do conhecimento permitindo aos educandos uma educação global. A física é uma disciplina interdisciplinar, que abrange outras áreas do conhecimento, sendo de extrema importância o emprego da interdisciplinaridade na execução das aulas. De acordo com Kaveski (2005, p. 128), a interdisciplinaridade no ensino médio pode ser entendida como função instrumental, utilizando “os conhecimentos de várias disciplinas para resolver um problema concreto ou compreender um determinado fenômeno sob diferentes pontos de vista, a partir de uma abordagem relacional”. Portanto, trabalhar a física por meio da interdisciplinaridade envolve os contextos científicos do conteúdo e culturais dos alunos, possibilitando um crescimento e um processo educativo mais efetivo, isto porque o princípio da interdisciplinaridade é ir além da concepção de disciplina, buscando-se uma intercomunicação, um diálogo. Tal ponto é tratado por Piaget (1981, p. 52) para quem a interdisciplinaridade nada mais é que uma forma de se chegar à transdisciplinaridade, “etapa que não ficaria na interação e reciprocidade entre as ciências, mas alcançaria um estágio onde não haveria mais fronteiras entre as disciplinas”.

Assim, o aluno poderá compreender que a Física não tem um currículo isolado na sua formação, e sim um conjunto de ciências abrangentes em campos como a mecânica da velocidade, do calor em máquinas térmicas, do ambiente do dia a dia, da luz elétrica e de tantos outros assuntos correlacionados. Ou seja, a interdisciplinaridade permite ao aluno entender que a física trata de uma ciência multidisciplinar.

Por fim, questionou-se aos alunos sobre a capacidade de diferenciar as disciplinas de física e de matemática. Cerca de 67% dos alunos relatam não conseguir diferenciar os conteúdos das disciplinas em questão e somente 33% afirmaram conseguir diferenciar (Gráfico 9).

Gráfico 9 – Você acha que tem diferença entre a física e a matemática?



Fonte: os autores.

É possível que este fator esteja relacionado com a aversão que muitos alunos constroem com relação a essas duas disciplinas ou até mesmo ao fato de que em alguns casos os docentes que trabalham com as referidas disciplinas não conseguem “despertar no aluno a curiosidade, o espírito investigador, questionador e transformador da realidade” (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007, p. 77). Para estes autores, é deste ponto que emana a necessidade de buscar elementos significativos para a resolução de problemas que fazem parte do cotidiano do aluno, para que assim o professor consiga ampliar as portas de entrada do conhecimento físico por parte do aluno, de modo que este último possa utilizar-se destes conhecimentos nas soluções dos problemas coletivos de sua comunidade e sociedade (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007, p. 77).

Considerações finais

A partir das análises realizadas por meio deste trabalho é possível perceber que o processo de ensino-aprendizagem referente ao conteúdo da disciplina de Física vivencia uma série de problemáticas que precisa ser urgentemente sanada. Nesse sentido, verificamos por meio das análises teóricas que o ensino da física sempre foi envolto por conceituações e conflitos por parte dos alunos, por outro, lado, os próprios docentes que atuam na área não atendem às expectativas que o próprio componente curricular exige, assim, o conhecimento ocorre a partir de métodos e práticas tradicionais que não permitem ao aluno uma reflexão sobre o que estão aprendendo.

Além disso, a pesquisa realizada junto aos alunos da Escola X apresenta dados preocupantes sobre esta questão uma vez que os percentuais de alunos que dizem não gostar da disciplina e não saber identificar os conteúdos ensinados em física e em matemática acentuam os índices nacionais de baixo rendimento escolar.

É importante ressaltar também que os alunos, em sua maioria, gostam da disciplina. Embora existam inúmeras barreiras no ensino de física que impossibilitam o processo de aprendizagem, a pesquisa mostrou que na escola em questão há relação entre os conteúdos repassados em sala de aula com a realidade dos alunos, isso mostra que há um esforço por parte da escola em oferecer aos alunos maiores conhecimentos.

Conclui-se, então, que é necessário que alunos, professores, pais e o governo trabalhem juntos, para diminuir a deficiência que o ensino (de modo geral) apresenta. Além disso, cabe ao Governo dar mais atenção à educação básica, ofertando uma educação de qualidade e promovendo a valorização dos professores.

Referências

- ANTONOWISKI, R.; ALENCAR, M. V.; ROCHA, L. C. T. Dificuldades encontradas para aprender e ensinar física moderna. **Scientific Eletronic Archives**, v. 10, n. 4, p. 50-57, 2017.
- BORGES, L. B. **Ensino e aprendizagem de Física**: contribuições da teoria de Davydov. 2016. 154 f. Tese (Doutorado em Educação), Pontifícia Universidade Católica, Goiânia, 2016.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. MEC. Brasília, DF, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 15 out. 2022.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. MEC. Brasília, DF, 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>. Acesso em: 15 out. 2022.
- BONATTO, A. *et al.* Interdisciplinaridade no Ambiente Escolar. *In*: Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul, 9, 2012, Caxias do Sul. **Anais...** Caxias do Sul: 2012.
- CHIZZOTTI, A. **Pesquisa qualitativa em ciências humanas e sociais**. Antônio Chizzotti. 6. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2014.
- FAZENDA, I. C. A. **Interdisciplinaridade**: história, teoria e pesquisa. 10. ed. Campinas: Papirus, 2002.
- FIOLHAIS C.; TRINDADE J. Física no computador: o computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 25, n. 3, p. 259-272, 2003.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas 2008.
- GODOI, G. H. **O ensino de física na perspectiva da Base Nacional Comum Curricular**. 2018. 44f. Monografia de especialização em Ensino de Ciências e Matemática. Instituto Federal Goiano, I. F. Goiano, **Morrinhos**, 2018.
- KAVESKI, F. C. G. **Concepções acerca da interdisciplinaridade e transdisciplinaridade**: um estudo de caso. *In*: II Congresso Mundial de Transdisciplinaridade Vitória, 2005, p. 128.
- MENEGOTTO, J. C.; ROCHA FILHO, J. B. **Atitudes de estudantes de ensino médio em relação à disciplina de física**. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Espanha, v. 7, n. 2, p. 1-15, 2008.
- MOREIRA, M. A.; MASINI, E. A. S. **Aprendizagem significativa**: a teoria de aprendizagem de David Ausubel. São Paulo: Editora Moraes, 1982. 112p.
- MOREIRA, M. A. **O que é afinal aprendizagem significativa?** Porto Alegre: 2010. 27 p.
- PIAGET, J. Problèmes généraux de la recherche interdisciplinaire et mécanismes communs. *In*: PIAGET, J. **Epistémologie des Sciens de l'Homme**. Paris: Gallimard, 1981.

PIOVESAN, S. B. ZANARDINI, J. B. **O ensino e aprendizagem da matemática por meio da metodologia de resolução de problemas: algumas considerações.** PDE, 2008.

PINHEIRO, N. A.; SILVEIRA, R. M.; BAZZO, W. A. (2007). **Ciência, tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio.** *Ciência & Educação*, 13(1), 71-84.

SCHOENFELD, A. H. Heurísticas na sala de aula. *In: KRULIK, S.; REYS, R. E. A resolução de problemas na matemática escolar.* São Paulo: Atual, 1997.

SANTOS, G. H.; ALVES, L.; MORET, M. A. Modellus: animações interativas mediando a aprendizagem significativa dos conceitos de física no ensino médio. **Revista Sitientibus – Série Ciências Físicas**, Feira de Santana, v. 2, p. 56-67, 2006.

SILVA, J. F. Ciclos de aprendizagem e as implicações na avaliação do ensino e da aprendizagem: novas exigências e velhos limites. *In: MELO, C. T.; BARROS, A. M. Formação de Professores e Processos de Ensino e Aprendizagem.* Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2011.

YIN, R. K. **Pesquisa estudo de caso - desenho e métodos.** 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

SIMULADORES DIGITAIS COMO POTENCIALIZADORES DO ENSINO E APRENDIZAGEM DE FÍSICA

Digital simulators as powerful physics teaching and learning

Gésseka Karreo Stoeberl¹

Rafael Trindade Bastos²

Karine Rita Bresolin³

Resumo: Recursos atuais como as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) permitem dinamizar as aulas de física através do uso de simuladores digitais, os quais são utilizados como ferramentas de demonstração e contextualização de teorias, facilitando a aprendizagem e promovendo o ensino de forma atrativa e expressiva. Com esse viés, e levando em consideração o forte vínculo dos jovens com o mundo digital, pretendeu-se com este trabalho evidenciar a relevância do uso de simulações no ensino da física, apresentar alguns canais que possibilitam a realização de simulações na área da física e apresentar uma possível sequência didática a partir da metodologia dos três momentos pedagógicos. Assim, mediante estudo exploratório bibliográfico, destaca-se por abordagem qualitativa que o uso de simuladores digitais é pertinente para: atrair a atenção dos alunos, despertar atitude investigativa, tornar concreto e real o que foi abordado na aula teórica e estimular o pensamento crítico e reflexivo para uma aprendizagem significativa, de modo que o discente possa articular os saberes desenvolvidos de diferentes formas e aplicá-los em diferentes situações, propiciando que desenvolva sua criticidade e autonomia intelectual. No entanto, a proposta não se resume em fazer das simulações um fim em si mesma, dispensando a atuação docente. Pelo contrário, enfatiza-se a necessidade de intervenção e mediação por parte do professor, o qual deve refletir sobre o que, como e a quem ensinará, devendo estabelecer objetivos e métodos para atingi-los.

Palavras-chave: Aprendizagem significativa. Metodologia dos três momentos pedagógicos. Simuladores digitais.

Abstract: Current resources such as Digital Information and Communication Technologies (TDIC) make it possible to streamline physics classes through the use of digital simulators, which are used as tools for demonstrating and contextualizing theories, facilitating learning and promoting teaching in an attractive and efficient way. expressive. With this bias, and taking into account the strong bond of young people with the digital world, the aim of this work was to highlight the relevance of using simulations in physics teaching, to present some channels that make it possible to carry out simulations in the area of physics and present a possible didactic sequence based on the methodology of the three pedagogical moments. Thus, through an exploratory bibliographical study, it is highlighted by qualitative approach that the use of digital simulators is relevant for: attracting students' attention, awakening an investigative attitude, making concrete and real what was addressed in the theoretical class and stimulating critical thinking and reflective for meaningful learning, so that students can articulate the knowledge developed in different ways and apply them in different situations, allowing them to develop their criticality and intellectual autonomy. However, the proposal is not limited to making simulations an end in itself, dispensing with teaching activities. On the contrary, it emphasizes the need for intervention and mediation on the part of the teacher, who must reflect on what, how and to whom he will teach, and must establish objectives and methods to achieve them.

Keywords: Meaningful learning. Methodology of the three pedagogical moments. Digital simulators.

¹ Acadêmica do Centro Universitário Leonardo da Vinci – Uniasselvi – Licenciatura em Física, Presidente Getúlio – SC. gesskarreo@gmail.com.

² Acadêmico do Centro Universitário Leonardo da Vinci – Licenciatura em Física, Porto Alegre – RS. E-mail: rafaelbastos1195@gmail.com.

³ Tutora Externa do Curso de Licenciatura em Física, Pinhalzinho – SC. E-mail: karinebresolin@uniasselvi.com.br.

Introdução

No mundo moderno, a tecnologia digital permeia todos os espaços da sociedade, uma vez que o seu uso é indispensável para a organização e manutenção da vida como a conhecemos atualmente. Em relação aos jovens isso não é diferente, sendo perceptível o imenso interesse que apresentam em relação ao mundo digital, porém, enquanto alguns nascem imersos no meio da informática, ainda há aqueles que devido a dificuldades financeiras não têm acesso à tecnologia. Diante de tal cenário, a escola não pode estar alheia à realidade, devendo fazer das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) grandes aliadas no processo de ensino-aprendizagem.

As TDIC protagonizam diversos métodos educativos, propiciando que alguns se familiarizem com ela, o que será essencial para o futuro desses discentes como cidadãos atuantes. Já para aqueles que estão habituados a utilizá-la, é um instrumento para promover o engajamento, aguçar a curiosidade e tornar mais claro e real os conteúdos abordados, de modo a promover uma aprendizagem significativa.

No contexto da física, as simulações cumprem essa função, sendo instrumentos de grande valia para propiciar um ensino contextualizado, sendo possível visualizar na prática os saberes desenvolvidos na teoria. Ainda, possibilitando a construção ativa do conhecimento por parte do aluno, superando um saber mecanizado e meramente decorado. Contudo, não se pretende aqui fazer da simulação um fim em si mesmo, mas um instrumento para potencializar o ensino, não descartando, em hipótese alguma, a intervenção e mediação por parte do docente.

O presente trabalho tem como objetivo evidenciar a relevância da simulação no ensino, apresentar alguns canais que possibilitam a realização de simulações, especialmente na área da física, e apresentar uma possível abordagem a partir da metodologia dos três momentos pedagógicos.

Para contemplar tais objetivos, inicialmente é feita uma reflexão pedagógica visando à fundamentação do uso de simulações, evidenciando seu uso como parte de um ensino contextualizado. Na sequência é apresentado o uso da metodologia dos três momentos pedagógicos juntamente ao uso de simulações, abordagem essa utilizada por Carraro e Pereira (2014). Também são apresentados sites como Phet, Física na escola, Ck-12 e Ophysics, os quais podem ser usados para realizar simulações em diversas áreas da física e, em alguns casos, em outras matérias como biologia e química. Por último, é abordado de forma um pouco mais extensa o posicionamento de alguns autores a respeito da relevância do uso de simulações no ensino de física.

Referencial teórico

Na epistemologia construtivista, desenvolvida a partir de Jean Piaget (1896-1980), o conhecimento seria resultado da interação do sujeito com a realidade ao seu redor, ou seja, é construída através da interação com outras pessoas, com o meio e os objetos (OLIVEIRA, 2014). Tendo isso em vista, simulações computacionais são instrumentos potenciais para o ensino eficaz de física, uma vez que além da materialização dos conceitos teóricos também é possível desenvolver debates em sala. Assim, rompe-se com a educação bancária, conforme conceituou Paulo Freire (1921-1997), em que os alunos são meros receptores do conhecimento (FOCHI; SILVA, 2017), tornando-os construtores, interagindo de forma ativa com o objeto de estudo e entre si.

Um aspecto relevante acerca do uso de simulações é a respeito da contextualização de problemáticas e conteúdos pelo professor através de uma sequência didática visando à facilitação do aprendizado. Ela possui duas dimensões, conforme as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006): a primeira diz respeito à realidade, isto é, partir de situações reais de forma que faça sentido ao discente; a segunda está relacionada à contextualização his-

tórica e filosófica dos conteúdos, demonstrando o caminho percorrido para o desenvolvimento do saber abordado. Nesse sentido, abordando o desenvolvimento histórico e filosófico na parte teórica, a prática trabalha situações vivenciadas, fenômenos noticiados e que possam ser interessantes para aguçar a curiosidade dos alunos. Nesse sentido, as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006) propõem o enfoque CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) a partir da metodologia ACE (Aprendizagem Centrada em Eventos).

Ainda, buscando a construção de sólido conhecimento, é possível destacar o uso da metodologia dos três momentos pedagógicos juntamente às simulações. Essa fusão é empregada por Carraro e Pereira (2014) visando conduzir os estudantes a uma reflexão sobre o mundo da ciência, evidenciando-a como uma construção humana e, portanto, histórica, e contrapondo-se à abordagem encontrada em livros didáticos, em que a ênfase está na apresentação de definições prontas e em exercícios matemáticos, buscando a aprendizagem por meio de repetição e memorização.

Essa abordagem possui os seguintes momentos: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. Na problematização inicial são apresentadas situações que promovam a discussão, objetivando fazer com que o aluno perceba a necessidade de desenvolver novos saberes para contemplar, ou responder, as situações apresentadas. Na organização do conhecimento são sistematicamente estudados os conhecimentos necessários para a compreensão dos temas apresentados no primeiro momento. Por último, na aplicação do conhecimento, como o próprio nome sugere, o objetivo é colocar em prática os conhecimentos desenvolvidos, buscando que os alunos desenvolvam a habilidade de articular a conceituação física com situações reais (MACHADO, 2018).

Ampliando o raciocínio a respeito da contribuição dessa união, Carraro e Pereira (2014, p. 4) destacam:

Busca-se colocar o estudante mais ativo no processo de ensino de forma que observe os modelos físicos, avance na construção de conceitos, leis e teorias, colete dados das simulações, elabore hipóteses e teste a validade das mesmas, confronte o seu conhecimento prévio com o conhecimento científico, questione, estabeleça relação entre a teoria e prática na compreensão dos fenômenos físicos presentes no seu dia a dia.

Com isso, proporciona-se o raciocínio crítico e reflexivo em detrimento do saber meramente mecanizado e decorado próprio do ensino tradicional o qual, segundo Martins e Sasse (2011, p. 21 *apud* LIBÂNEO, 2008, p. 64), preconiza que “[...] fazendo exercícios repetitivos, os alunos ‘gravam’ a matéria para depois reproduzi-la, seja através das interrogações do professor, seja através das provas”.

Entre os sites que podem ser usados como ferramentas pedagógicas quanto a simulações, é possível citar os seguintes:

- PhET: possibilita simulações em física, química, biologia e matemática. Em física possibilita em áreas como: movimento; som e ondas; trabalho, energia e potência; termometria; fenômenos quânticos; óptica; eletricidade e eletromagnetismo. Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/filter?type=html,prototype.
- Física na escola (*Physics at school*): possibilita simulações em campos como: gravitação; ondas mecânicas; termodinâmica; eletricidade; eletromagnetismo; óptica; relatividade especial; e física quântica. Disponível em: <https://www.vascak.cz/physicsanimations.php>.
- Ck-12: possibilita simulações em física e química. Em física, possibilita em áreas como: gravitação, cinemática, óptica, eletricidade etc. Disponível em: <https://www.ck12.org>.

- Ophysics: possibilita simulações em cinemática, dinâmica, eletricidade, eletromagnetismo etc. Disponível em: <https://ophysics.com/index.html>.

Todas essas simulações podem ser inseridas na dinâmica da aula como instrumentos de problematização, demonstração das aplicabilidades teóricas, expondo os conceitos envolvidos no contexto físico. Silva (2020, p. 5) em seu estudo sobre quando utilizar simuladores em aulas de física, afirma:

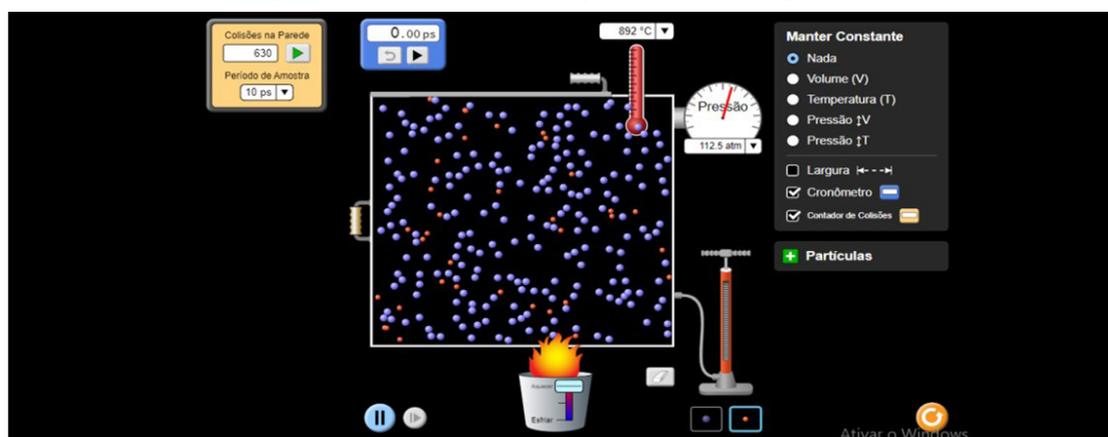
Percebemos que o simulador por si, sem a interferência do professor, tem pouco significado para o processo de aprendizagem. Mas, ele precisa estar inserido no contexto da aula. Na introdução do tema, como instrumento de problematização onde os estudantes irão buscar respostas durante o seu desenvolvimento; para demonstrar o conceito físico durante o desenvolvimento da aula; ou no final, como instrumento de aplicação de conhecimento para exemplificar o tema estudado.

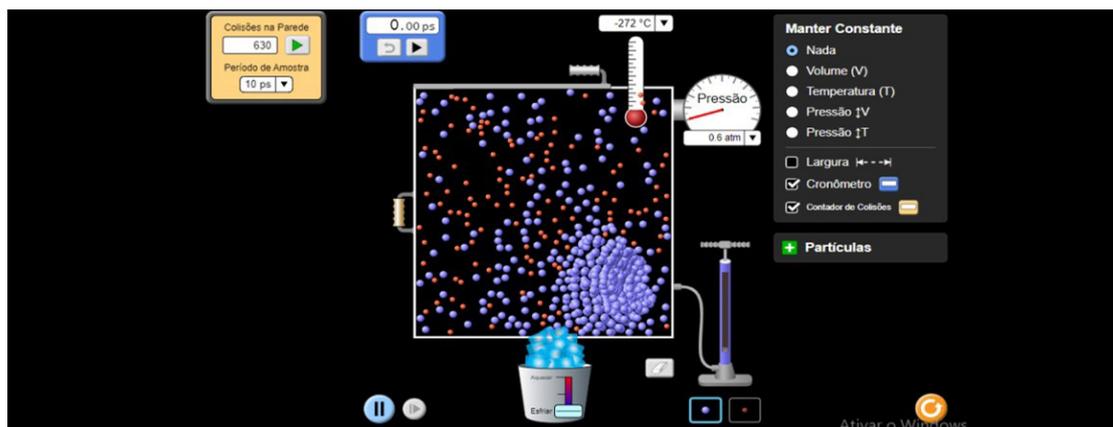
Segundo Tironi e Schmit (2013 *apud* LIMA; NETO, 2018, p. 4), “a afinidade entre essa relação (tecnologia/ensino) melhora o aprendizado, facilitando o contexto, enquanto compreende-se o assunto determinado”. Nesse sentido, fica evidente, a relevância da aplicação de simulações para alcançar a aprendizagem nos diversos contextos do Ensino da Física, visto que essa é uma ciência caracterizada pelos seus conhecimentos abstratos, de difícil compreensão para aqueles que têm pouco conhecimento prévio sobre o assunto.

As simulações podem ser consideradas a solução de muitos problemas que professores de física enfrentam, ao tentar explicar para seus alunos fenômenos demasiado abstratos para serem visualizados pela descrição em palavras, e demasiado complicados para serem representados por meio de uma figura estática (ALIPRANDINI; SCHUHMACHER, SANTOS, 2009, p. 1373).

Para Aliprandini, Schuhmacher e Santos (2009, p. 1373) “simulações são modelos simplificados da realidade, que oferece ao aluno uma maneira de compreender uma parte de um acontecimento que seria impossível de ser visualizado em nosso mundo real” Assim, enquanto a física demanda exemplificações simplificadas para melhorar a compreensão dos discentes quando em seu cotidiano a observação de determinados fenômenos tratados em física não é oportunizada a olho nu, como o comportamento de partículas em um gás sob pressão ou variação da temperatura, por exemplo. Em sites que disponibilizam ferramentas de simulações é possível visualizá-los de forma clara, como demonstra a seguir:

Figura 1 – Simulações do comportamento de um gás ideal





Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/gas-properties/latest/gas-properties_pt_BR.html.
Acesso em: 25 maio 2022.

Tendo em vista a contextualização propiciada pelas simulações digitais, bem como a metodologia empregada pelo docente para atingir os objetivos educacionais, destaca-se a declaração de Aliprandini, Schuhmacher e Santos (2009, p. 1372): “O ensino de física não deve se reduzir apenas às repetições conceituais e análises matemáticas. O que se pretende é que os estudantes saibam utilizar os conhecimentos científicos adquiridos que os auxiliem na tomada de decisões”.

Desse modo, revela-se a importância do papel do professor em seu desafio de conseguir tornar uma teoria visível e mais próxima da realidade para seus alunos, bem como sua aplicação para melhorar a qualidade da aprendizagem e tomada de decisões.

Metodologia

O presente trabalho foi desenvolvido por meio de uma revisão bibliográfica, buscando responder às seguintes questões: Quais são as potencialidades do uso de simuladores digitais no Ensino da Física? Que plataformas educacionais podem ser utilizadas de forma gratuita em sala de aula? Como organizar uma sequência didática com o uso de simulações nas aulas de física?

- A partir de tais questionamentos, desdobram-se os objetivos elencados deste trabalho, a saber:
- Evidenciar a relevância da simulação no ensino de física;
- Apresentar alguns canais que possibilitam a realização de simulações na área da física;
- Apresentar uma possível sequência didática a partir da metodologia dos três momentos pedagógicos.

Em busca de contemplar tais objetivos e fundamentar o aporte teórico foram utilizados documentos como: Orientações Curriculares para o Ensino Médio de 2006; obras desenvolvidas para cursos de ensino superior da instituição Uniasselvi; dissertações; artigos publicados em simpósios e congressos de educação, entre outros.

Resultados e discussão

O uso de simuladores, bem como o de qualquer outro recurso pedagógico, deve passar pela reflexão: O que ensinar? Como ensinar? Para quem ensinar?

Tais questionamentos são essenciais para o desenvolvimento de um ensino contextualizado e significativo, uma vez que possibilita adequar o conteúdo ao público, tornando o ensino vívido. Especialmente na física, em que muitos temas são extremamente abstratos sendo difícil a compreensão apenas pela verbalização ou imagem estática em um livro. Nesse sentido, a

visualização por meio de simulações contribui para o aprendizado em vários aspectos, entre os quais é possível destacar: promove a investigação, a criticidade, a reflexão e instiga a curiosidade dos alunos, motivando-os.

Considerando que o tempo na escola é curto e o uso dos computadores, quando a escola possui, é ainda inferior, destaca-se um componente fundamental da pedagogia que é preparar o discente para que possa por si mesmo se desenvolver, isto é, aprender a aprender. Se distanciando da percepção que tem o aluno como depositário de conteúdos, pois almeja que ele se torne construtor do seu conhecimento, por meio de uma aprendizagem ativa. Assim, mais do que transmitir um conhecimento, o professor deve mostrar o caminho a ser trilhado. Nesse caso, apresentar os sites que podem ser utilizados e ensinar como manusear tais ferramentas. Bem como, ensiná-los a pesquisar, a questionar, visando à construção de sólido conhecimento, sendo possível a articulação de diferentes conceitos e aplicação em diferentes situações.

Ainda, tendo em vista que simplesmente apresentar as simulações aos alunos não promove, por si só, um aprendizado significativo, é essencial pensar na metodologia que será empregada para atingir os objetivos, ou seja, pensar no roteiro, o que remete aos questionamentos feitos no início. O presente trabalho propõe o emprego da metodologia dos três momentos pedagógicos juntamente ao uso de simuladores digitais – fusão essa já utilizada em um estudo citado na fundamentação teórica. Assim, por meio das três etapas desse método – problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento – é possível trabalhar os conteúdos de forma teórica, buscando evidenciar a necessidade de novos conhecimentos e a superação de conceitos prévios, próprios da intuição e do senso comum, e visualizar e testar os saberes desenvolvidos por meio dos simuladores digitais.

Considerações finais

O ensino e a aprendizagem em física representam desafios tantos aos docentes quanto aos discentes, pois embora os fenômenos físicos estejam presentes em todos os lugares, muitas vezes parecem extremamente abstratos e distantes da realidade vivenciada no cotidiano. Sem contar o ensino precário que frequentemente os alunos acabam recebendo. Isto se manifesta na falta de uma base sólida em matemática, na dificuldade de compreender os conceitos físicos e em um aprendizado baseado em repetições de fórmulas.

Assim, constitui-se, portanto, em um desafio, mas de forma alguma deve ser um impedimento ao ensino significativo. Diante de tal cenário, o planejamento por parte do docente é primordial, sendo necessário ter uma visão clara do caminho a ser percorrido e o objetivo a ser alcançado, tendo em vista a superação do saber meramente decorado e protocolar, em que os alunos simplesmente conseguem resolver algumas questões, mas não compreendem o conteúdo em profundidade, não adquirindo a habilidade e o conhecimento necessários para aplicá-lo em diferentes situações.

Todavia, o processo de ensino-aprendizagem não é uma via de mão única, ou seja, não basta querer ensinar é necessário atentar ao como ensinar e a quem ensinar, pois para aprender é preciso querer, isto é, ter interesse no tema. Nesse sentido, as TDIC são ferramentas que auxiliam de diferentes formas, seja despertando o interesse do aluno ou contextualizando o conteúdo a ser ensinado.

Em relação à metodologia a ser empregada, foi proposto uso da metodologia dos Três Momentos Pedagógicos, porém é possível explorar as diferentes possibilidades, testando diferentes metodologias e, até mesmo, associá-las, extraindo de cada uma o que é mais conveniente. Em suma, enfatiza-se a necessidade de romper com o ensino meramente expositivo e teórico, sendo necessário o uso da criatividade e de metodologias ativas, enxergando o processo de ensino-aprendizagem como uma construção realizada tanto por docentes quanto por discentes.

Referências

- ALIPRANDINI, D. M.; SCHUHMACHER, E.; SANTOS, M. C. dos. **Processo de ensino e aprendizagem de física apoiada em software de modelagem**. Ponta Grossa: Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, 2009. Disponível em: <https://docplayer.com.br/24989328-Processo-ensino-e-aprendizagem-de-fisica-apoiada-em-software-de-modelagem.html>. Acesso em: 22 maio 2022.
- BRASIL. Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. V. 2. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf. Acesso em: 15 maio 2022.
- CARRARO, F. L.; PEREIRA, R. F. **O uso de simuladores virtuais do PhET como metodologia de ensino de eletrodinâmica**. Paraná: Secretaria da Educação, 2014. Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospe/pdebusca/producoes_pde/2014/2014_uem_fis_artigo_francisco_luiz_carraro.pdf. Acesso em: 15 maio 2022.
- FOCHI, G. M.; SILVA, T. R. da. **Contexto histórico-filosófico da educação**. Indaial: Uniassevi, 2017.
- LIMA, A. de S.; NETO, E. A. B. **Física e cotidiano: ensino de cinemática utilizando situações do cotidiano do aluno**. In: IV Congresso Nacional de Educação, 2018, Piauí: UFPI, 2018. Disponível em: <https://docplayer.com.br/204176749-Fisica-e-cotidiano-ensino-de-cinematica-utilizando-situacoes-do-cotidiano-do-aluno.html>. Acesso em: 22 maio 2022.
- MACHADO, J. **Metodologia do ensino da física**. Indaial: Uniasselvi, 2018.
- MARTINS, J.; SASSE, S. **Didática e metodologia do ensino de ciências biológicas**. Indaial: Uniasselvi, 2011.
- OLIVEIRA, F. G. de. **Psicologia da educação e da aprendizagem**. Indaial: Uniasselvi, 2014.
- SILVA, G. M. da. **Simuladores em aula de física: quando utilizar?** São Carlos: Congresso Internacional de Educação e Tecnologias, Encontro de Pesquisadores em Educação a distância, 2020. Disponível em: <https://cietenped.ufscar.br/submissao/index.php/2020/article/download/1405/1070/>. Acesso em: 21 maio 2022.



A IMPORTÂNCIA DE USAR JOGOS MATEMÁTICOS EM UMA NOVA GERAÇÃO DE APRENDIZAGEM

The importance of using mathematical games in a new generation of learning

Edna Haubricht¹

Weimar Pereira do Nascimento²

Resumo: Na educação, sobretudo, na Matemática, o ensino representa uma nova estruturação educacional com o rompimento do padronizado modelo empirista de ensino. O objetivo desta pesquisa é analisar a aplicação dos jogos na educação matemática de acordo com atual modelo pedagógico como forma de atualizar a sua aprendizagem. Nesse sentido, os educadores precisam organizar o conhecimento dos alunos de acordo com seus interesses e, dessa forma, conduzi-los a outros níveis de aprendizagem é essencial para a formação docente. Este trabalho busca relatar uma área de pesquisa que enfoca o uso dos jogos no ensino da matemática para intervenções pedagógicas, todavia, os jogos merecem destaque, pois desempenham um papel importante no processo de ensino dos alunos ao propor metas e padrões de ensino, ou seja, são conducentes ao sucesso. Esta investigação foi desenvolvida com base em uma pesquisa bibliográfica, e esteve inicialmente vinculada ao Programa de extensão “Metodologias e Estratégias de Ensino e de Aprendizagem” e ao projeto de extensão “Abstração, memorização e raciocínio com Jogos de tabuleiros”. Vê-se, com isso, que é preciso fazer nova ação educativa e pedagógica de ensino e aprendizagem da Matemática promovendo o lúdico e entretenimento inovador diante das possibilidades e limitações do ensino escolar.

Palavras-chave: Educação matemática. Jogos matemáticos. Ensino-aprendizagem.

Abstract: In education, especially, mathematics, teaching represents a new educational structure with the rupture of the standardized empiricist model of teaching. The objective of this research is to analyze the application of games in mathematics education according to the current pedagogical model as a way to update their learning. In this sense, educators need to organize students' knowledge according to their interests and, therefore, leading them to other levels of learning is essential for teacher training. This work seeks to report a research area that focuses on the use of games in teaching mathematics for pedagogical interventions, however, games deserve to be highlighted, as they play an important role in the students' teaching process by proposing goals and teaching standards, that is, are conducive to success. From the extension program “Teaching and Learning Methodologies and Strategies” and from the extension project “Abstraction, memorization and reasoning with board games”, it can be seen that it is necessary to carry out a new educational and pedagogical action of teaching and learning promoting the ludic and innovative entertainment before the possibilities and limitations of this school teaching.

Keywords: Mathematics education. Mathematical games. Teaching learning.

Introdução

A finalidade deste trabalho está relacionada à área de Ensino e Aprendizagem Matemática ou História e Epistemologia da Matemática, por se tratar de uma disciplina que exige métodos de ensino de extrema importância para a aprendizagem.

Trabalhando com o tema “A importância de usar jogos matemáticos em uma nova geração de aprendizagem” foi selecionado no campo de concentração para buscar a compreensão e aplicação de técnicas de aprendizagem baseadas no raciocínio lógico matemático e assim, explicar visões críticas sobre os métodos de aprendizagem da matemática por meio dos jogos educativos.

¹ Licenciada em Matemática pelo Centro Universitário Leonardo da Vinci – Uniasselvi, Colíder/MT. ednahaubricht@hotmail.com.

² Tutor Externo do Curso de Licenciatura em Matemática – Polo Centro Manaus, AM. weimarpereira@hotmail.com.

Atualmente, vivemos em um contexto social em que nossas ações são mediadas pela massiva aplicação dos recursos tecnológicos, os quais nos promovem constantemente um grande potencial inovador que se reflete em todos os aspectos da nossa vida, permitindo-nos formular novas concepções do mundo de forma a mudar diversos paradigmas sociais. As novas tecnologias de informação e comunicação mudaram as formas de trabalhar, de comunicar, de lazer e, principalmente, mudaram as formas de aprender e de ensinar. “Nesse cenário, insere-se mais um desafio para a escola, ou seja, o de como incorporar ao seu trabalho, apoiado na oralidade e na escrita, novas formas de comunicar e conhecer” (BRASIL, 1997).

O aluno que frequenta a escola hoje apresenta novas formas de interação com o mundo, além de novos campos e suportes para desenvolver sua aprendizagem. Nesse sentido, novos recursos são inseridos no processo de ensino e aprendizagem, exigindo mudanças em padrões educacionais e sociais. E a escola, como formadora de cidadãos, necessita adequar-se a essa nova realidade.

O ensino básico da matemática fundamenta-se em um modelo pedagógico baseado na transmissão empírica do conhecimento, provido pelo professor e absorvido pelo aluno. Nesse modelo pedagógico, o professor é o “detentor do conhecimento”, enquanto o aluno é mero receptor que precisa captar o conhecimento, tido como algo que entra pelos sentidos, vem do exterior e se instala no aluno, independentemente de sua vontade e/ou sua vivência.

Nesse contexto, as insatisfações com os resultados do corpo docente, aliadas ao baixo desenvolvimento do corpo discente, apontam para uma inadequação dos métodos de ensino, bem como a não aplicabilidade da matemática na visão do aluno.

Aulas mais atrativas, significativas e com potencial para bons resultados são desejos comuns a docentes e discentes. É necessária uma ressignificação da educação matemática, pois, para atingirmos resultados satisfatórios no ensino de tal disciplina, não precisamos somente de fórmulas prontas, tampouco memorizadas e de uso mecânico. Precisamos aprender a criar estratégias que possibilitem a contextualização para que o estudante consiga ver a matemática fora da sala de aula, fora da escola. É necessário levar o que é “comum ao aluno” para dentro das salas de aula, pois, só assim, a matemática terá algum sentido para ele.

É chegado o momento de secundarizar o tradicional instrumento de ensino da matemática e priorizar a aplicação de novas metodologias de ensino na dinamização de tal ensino. Afinal, a matemática não pode ficar estagnada em um modelo rudimentar de ensino, visto que a sociedade precisa dela na criação de novas tecnologias e dessas tecnologias, para o próprio desenvolvimento matemático.

Para embasamento teórico das reflexões apresentadas neste trabalho, relacionadas ao uso de jogos para o ensino de Matemática, foram abordadas as concepções de diferentes autores, tais como Marques, Perin e Santos (2020), Miguel (2018), Assis (2014), Reis (2013) e outros, além de outras obras consultadas na biblioteca do Ambiente Virtual do Aluno – AVA.

Na primeira parte do trabalho, a introdução, traz informações sobre o assunto. A segunda, a teoria da aprendizagem e a corroboração de alguns autores sobre o tema. A terceira parte apresenta o método de implementação deste trabalho e a quarta, discute os resultados da pesquisa deste artigo, que foi elaborado como requisito parcial para a conclusão do curso de Licenciatura em Matemática do Centro Universitário Leonardo da Vinci – Uniasselvi.

Fundamentação teórica

A matemática é uma das áreas do conhecimento que estuda as múltiplas variáveis do ensino e aprendizagem da disciplina em foco, vindo a ser uma das mais importantes ferramentas da sociedade moderna. Seu ensino nas escolas, nos dias atuais, tem se tornado grandes desafios para os professores. Com base neste campo de estudo da matemática e por se tratar de um mé-

todo de ensino de extrema importância para o ensino aprendizagem, foi trabalhado com o tema “A importância de usar jogos matemáticos em uma nova geração de aprendizagem”.

A causa para essa inversão no papel do ensino em sala de aula pode apresentar diversos fatores, mas talvez o mais notável, é a concepção empirista do professor e da própria instituição formadora, a respeito do conhecimento e de sua “forma de transmissão”.

O ensino da matemática é marcado pelo formalismo e pelo tradicionalismo desde o final do século XVIII, quando começou a ser desenvolvido em salas de aula com finalidade de tornar as pessoas capazes de compreenderem o sistema administrativo, bancário e produtivo da época. Com o passar do tempo, a educação em tal disciplina passou a ser considerada como requisito para o exercício da cidadania, e a sua presença nos currículos de instituições escolares foram padronizadas. Ao longo dos anos, com a aplicação de métodos e recursos impróprios, a disciplina se tornou sinônimo de reprovação escolar, sendo necessária uma reformulação dos métodos de ensino (ALMEIDA, 2018). No Brasil, o surgimento dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) marcam uma nova perspectiva para o ensino, em especial para a Matemática, que ganha um aspecto mais comum ao cotidiano do aluno, deixando o tradicionalismo para trás e adotando novas técnicas de ensino.

Nesta condição, fundamenta-se a escola responsabilizada pelo preparo do aluno para uma aprendizagem matemática constante, múltipla e que lhe permita transformar o mundo à sua volta. Nesse sentido (PCN, 2001, p. 99) expõe:

Saber Matemática torna-se cada vez mais necessário no mundo atual, em que se generalizam tecnologias e meios de informação baseados em dados quantitativos e espaciais em diferentes representações. Também a complexidade do mundo do trabalho exige da escola, cada vez mais, a formação de pessoas que saibam fazer perguntas, que assimilem rapidamente informações e resolvam problemas utilizando processos de pensamento cada vez mais elaborados (BRASIL, 2001, p. 99).

As formas de interação dos atuais alunos com seu meio social são intermediadas através dos novos suportes tecnológicos e dimensionadas mundialmente, fazendo com que o nível de informação acessível seja exponencialmente crescente. No que concerne ao ensino da matemática, a Proposta Curricular ressalta que:

A matemática compõe-se de um conjunto de conceitos e procedimentos que englobam métodos de investigação e raciocínio, formas de representação e comunicação – ou seja, abrange tanto os modos próprios de indagar sobre o mundo, organizá-lo, compreendê-lo e nele atuar, quanto o conhecimento gerado nesses processos de interação entre o homem e os contextos naturais, sociais e culturais (BRASIL, 2002, p. 12).

Dessa forma, a escola precisa reestruturar-se pedagogicamente perante o desenvolvimento da sociedade e de acordo com as necessidades desse público, bem como equivaler os instrumentos para mediar a aprendizagem com o grau de interação tecnológica do seu aluno. Nesse cenário, temos os jogos matemáticos, que representa um suporte poderoso para o ensino da matemática.

O jogo deve ser visto como um importante instrumento pedagógico, para favorecer a aprendizagem do aluno, em especial a aprendizagem matemática e através dos jogos, os educandos vão percebendo que é possível aprender de forma divertida, passando assim, a compreender e a utilizar convenções e regras que serão empregadas no processo de ensino aprendizagem, tendo um melhor aprendizado em relação aos conteúdos vistos e que a escola não é o único local de realização de atividades matemáticas (REIS, 2013, p. 4).

Da educação básica ao ensino superior, a matemática precisa cada vez mais de estímulo. Nesse sentido, proporcionar aos alunos diferentes formas de oportunidades de aprendizagem pode ampliar a perspectiva do processo de ensino, mas é preciso administrar a ferramenta de forma que atenda a diferentes interesses educacionais e econômicos. Os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN (1998) destacam que:

É consensual a ideia de que não existe um caminho que possa ser identificado como único e melhor para o ensino de qualquer disciplina, em particular, da Matemática. No entanto, conhecer diversas possibilidades de trabalho em sala de aula é fundamental para que o professor construa sua prática (BRASIL, 1998, p. 32).

Os professores precisam ser ousados e, eventualmente, deixar para o passado o caminho tradicional. Existem outras oportunidades hoje em dia, mas também não devem ficar preso a elas. Esses princípios aumentam a divergência entre a escola e a sociedade, ampliando a dicotomia entre o interior e o exterior educacional da instituição uma vez que temos novos documentos orientadores tais como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que visa garantir o acesso aos conteúdos básicos para toda a educação básica em todo o território nacional.

Contribuição dos jogos na aprendizagem matemática

Os jogos sempre estiveram presentes na cultura de cada povo e desde os tempos mais antigos até os dias atuais, são contemplados de grande valia para a construção do conhecimento da humanidade. Segundo os autores Zanelato e Santos (2013, p. 11), “O primeiro a demonstrar interesse pelo estudo do lúdico foi Platão, trazendo a importância dos jogos na educação. O jogo surgiu no século XVI, e os primeiros estudos foram em Roma e Grécia, com propósito de ensinar letras”. Sobre o processo de ensino e aprendizagem, os autores Zanelato e Santos (2013) retratam que quando a prática de ensino está atrelada à criatividade e objetividade de cada atividade, torna a aprendizagem e o ensino concretizados. Nas últimas décadas, muitos pesquisadores se comprometeram com o estudo do ensino da matemática, pois esse componente curricular sempre foi uma questão de preocupação no ambiente escolar, Miguel (2018, p. 1) relata que, “no caso da Matemática, essa preocupação resulta de pressão sobre a escola para que a formação dos alunos zele pelo desenvolvimento de habilidades que vão muito além dos conhecimentos específicos nessa área do conhecimento”.

Segundo Marques, Perin e Santos (2013, p. 64), “O ensino da matemática por meio de jogos, pode transformar as atividades matemáticas que, às vezes, são geradoras de sofrimento para os educandos em fonte de satisfação, motivação e interação social”. Há este sentido, proporcionar uma aula com atividades lúdicas para o ensino da matemática, intermediado por meio dos jogos educativos como forma de despertar o interesse dos alunos, contribui muito para a aprendizagem. Os alunos também podem adquirir conhecimentos concretos sobre regras, materiais, conhecimento social por meio de jogos e entender como tomar decisões, como fazer cálculos e fazer escolhas.

Para Silva e Kodama (2004, p. 3), os jogos no âmbito escolar, são valorizados por dois motivos:

Um deles deve-se ao fato de oferecer uma oportunidade para os estudantes estabelecerem uma relação positiva com a aquisição de conhecimento, pois conhecer passa a ser percebido como real possibilidade. Alunos com dificuldades de aprendizagem vão gradativamente modificando a imagem negativa (seja porque é assustadora, aborrecida ou frustrante) do ato de conhecer, tendo uma experiência em que aprender é uma atividade interessante e desafiadora. Por meio de atividades com jogos, os alunos vão

adquirindo autoconfiança, são incentivados a questionar e corrigir suas ações, analisar e comparar pontos de vista, organizar e cuidar dos materiais utilizados. Outro motivo que justifica valorizar a participação do sujeito na construção do seu próprio saber é a possibilidade de desenvolver seu raciocínio. Os jogos são instrumentos para exercitar e estimular um agir-pensar com lógica e critério, condições para jogar bem e ter um bom desempenho escolar.

Nota-se que aplicar desafios, jogos, quebra-cabeças e etc. no ensino da matemática são atividades que podem desencadear muitas aprendizagens. O desenvolvimento de uma atividade interessante e desafiadora costuma despertar a tendência de participação dos alunos, conforme Assis (2014, p. 8) conceitua que “o lúdico desenvolve nas crianças senso ético, desenvolvimento pessoal, cultural, social, afetivo, cognitivo e, principalmente, é uma excelente ferramenta facilitadora do processo ensino-aprendizagem”.

Pode-se considerar que todas as atividades do jogo possuem características psicológicas, pois desenvolvem toda uma elaboração mental que dirige, orienta e determina uma melhor ação, pois tudo o que se foi pensado pode ser colocado na prática, todo o poder mediador do pensamento.

A utilização dos jogos em aulas de matemática, além de caráter formal no ensino de conceitos matemáticos pertinentes ao ano, ou mesmo a outros anos, oferece a possibilidade de envolver situações do cotidiano e também de desenvolver habilidades como tomada de decisões, trabalho em equipes, desenvolvimento de estratégia, imaginação e criatividade, que são habilidades de grande importância no estudo da matemática (ASSIS, 2014, p. 8).

Com ênfase aos conhecimentos pedagógicos, Teodoro (2000) enfatiza que é necessário revisar constantemente a prática de ensino, buscando sempre um conhecimento inovador, e tanto, os professores como os alunos, são todos coautores no processo de ensino e aprendizagem.

Percebe-se, que existem diferentes maneiras de conceber o ensino com base em diferentes teorias e métodos de aprendizagem.

Diante de uma situação de aprendizagem, também é importante que o professor situe os alunos, explicando os objetivos, as aplicações do que está sendo estudado e as possíveis relações com outros campos do conhecimento. Sugerindo caminhos, fazendo propostas de trabalho, orientando a atividade e interpretando os erros como meios de aprendizagem, ele poderá estabelecer vínculos entre as experiências e conhecimentos dos alunos e os novos conteúdos a serem aprendidos (BRASIL, 2001, p. 101-102).

É necessário que as escolas se integrem a essas práticas, pois são essenciais para a melhoria da qualidade do ensino e a inovação na prática docente, incorporando-se a realidade social de modo a congregar as novas formas de aprendizagem, condizendo o ensino desenvolvido com a civilização.

Atualmente, a escola incorpora um público de alunos que convivem constantemente sob influência das tecnologias, fazendo com que o nível de informação, acessível a esse público, seja crescente. Dessa forma, a escola deve adequar-se às necessidades desse público, bem como equivaler socialmente os instrumentos empregados para a sua aprendizagem.

A aplicação de tecnologias relativiza a importância do cálculo mecânico e da simples manipulação simbólica, uma vez que por meio de instrumentos esses cálculos podem ser realizados de modo mais rápido e eficiente.

O ensino da matemática, hoje, apesar de ser alvo de frustrações, conta com suportes poderosos para a sua consolidação. Não aplicar jogos é desenvolver uma educação desvinculada da sociedade, e pior, formar cidadãos despreparados para o convívio social. É fundamental repensar as práticas do ensino matemático, bem como posicionamento e ideologias defendida.

Metodologia

Este trabalho compreende uma pesquisa sobre o uso dos jogos matemáticos na Educação Matemática, a qual pretende contribuir com as práticas docentes em relação a sua aplicação em sala de aula. Para uma melhor compreensão do assunto, se fez necessária uma investigação bibliográfica, abordando os principais autores que investigam essa temática, desenvolvendo um estudo referencial sobre os jogos inseridos no ensino da matemática.

O seu objetivo foi exploratório, buscando sintetizar o conhecimento já formulado sobre o assunto, buscando entender e analisando a resposta positiva que existe em integrar o lúdico ao ensino. As informações foram obtidas por meio da bibliografia do tema, disposta em meios impressos e virtuais, com tratamento qualitativo. Os assuntos abordados foram sobre as principais teorias que norteiam o ensino da matemática, e os resultados mostram que apesar de seus conceitos estarem inseridos em diversos campos de aprendizagem e apesar da sua relevância, parece ser consensual que a matemática em si, é uma fonte de dificuldades para muitos alunos, em relação à abstração e à contextualização.

Para Ribeiro (2019, p. 86) “Ao método tradicional devem ser integradas outras metodologias de ensino, uma vez que os alunos apresentam perfis subjetivos de aprendizagem, sendo assim, não aprendem com a mesma velocidade e tão pouco da mesma forma”.

Nesse sentido, o uso dos jogos matemáticos na sala de aula pode permitir que os alunos entendam melhor o ensino e sua importância para a educação, pois quando bem trabalhados, proporcionam conhecimentos básicos e necessários de matemática para os estudos. Assim, Reis (2013, p. 15) afirma que:

O ensino da matemática dirige-se, sobretudo para a valorização dos seguintes aspectos: a resolução de problemas, a comunicação, o raciocínio matemático e as conexões da matemática com o mundo real. Considerando-se a matemática como uma forma de comunicação, uma linguagem, é essencial que a aula de matemática proporcione um espaço no qual o aluno possa comunicar as suas ideias.

Reis (2013) ainda reforça que por meio de jogos, os alunos trabalham duros para superar os obstáculos, quer seja cognitivo ou emocional, se eles estiverem motivados, se tornarão mais ativos mentalmente. Uma vez que o jogo é livre de pressão e avaliação trazendo maior aprendizado. Ainda nesse contexto, os PCN (1997) reforçam que “além de ser um objeto sociocultural em que a matemática está presente, o jogo é uma atividade natural do desenvolvimento dos processos psicológicos básicos; supõe um fazer sem obrigação externa e imposta” (BRASIL, 1997, p. 35), embora demande exigências, normas e controle.

Dentro dos relatos pesquisados, nota-se, que não trabalhar com esses contextos dentro do ensino educacional, faz com que o aluno tenha uma visão ou uma abordagem não interessante, e é preciso melhorar essa visão, pois, ela se encontra presente na nossa vida.

Resultados e discussão

O presente trabalho abordou as práticas pedagógicas na educação básica, mais precisamente centrada no ensino e aprendizagem matemática. Por se tratar de um tema com abordagem de extrema importância para o ensino, apresentaram-se visões críticas sobre os métodos de ensino da matemática com base no processo educativo.

Desenvolver a aprendizagem do conhecimento matemático na formação das sucessivas gerações é uma tarefa que vem apresentando resultados insatisfatórios, além de uma inadequação do modelo de ensino e aprendizagem. “O trabalho da maioria dos docentes – e não exclusivamente dos que se dedicam à matemática – é, hoje, marcado pelo signo da frustração: os professores têm sensação de estar forçando os alunos a ir para um lugar que, aparentemente, não os atrai” (SADOVSKY, 2007, p. 13).

Dentro desse contexto, a escola deve incorporar-se à realidade social, de modo a congrega as novas formas de aprendizagem. A padronização de um paradigma conservador no atual modelo de sociedade é apontada como o principal fator para a consolidação do atual quadro educacional. Os PCN de Matemática (1997) relatam que:

Estudiosos do tema mostram que escrita, leitura, visão, audição, criação e aprendizagem são capturados por uma informática cada vez mais avançada. Nesse cenário, insere-se mais um desafio para a escola, ou seja, o de como incorporar ao seu trabalho, apoiado na oralidade e na escrita, novas formas de comunicar e conhecer. (BRASIL, 1997, p. 34).

O ensino da matemática hoje, apesar de ser alvo de muitas frustrações, conta com suportes poderosos para a sua consolidação nos diversos contextos educacionais e os jogos matemáticos fazem parte dessa metodologia, que integrada à aula auxilia no processo de ensinar e aprender.

Pesquisas na área da Educação Matemática têm mostrado a inadequação dos métodos expositivos e a ideia de que o professor é o transmissor do conhecimento e o aluno receptor para o ensino da matemática. Essa percepção faz com que seja necessário repensar e utilizar recursos diferenciados em sala de aula, buscando, uma maior participação dos nossos alunos. Muitos docentes já reconhecem que há uma carência lúdica, para envolver os alunos numa aprendizagem significativa, utilizando técnicas alternativas, ao se trabalhar o jogo com o aluno, o mesmo estará aprendendo sem a linguagem formal da matemática e porque não utilizar os jogos? (REIS, 2013, p. 4).

O mesmo autor ainda ressalta que “Desafiar nossos alunos com os jogos faz com que haja um progresso na aprendizagem do aluno, desenvolvendo competências para a resolução de problemas” e que “O aprender se torna fácil e agradável quando há o desejo impulsionado dentro de si, a predisposição torna o aprender mais significativo” (REIS, 2013, p. 6).

A aplicação de jogos nas aulas de matemática pode abranger também novas formas de relacionamento entre aluno e professor, promovendo uma proximidade maior entre as partes, pois nesse processo, ambos estarão aprendendo, e o mais importante, trocando conhecimento.

É fundamental o aprofundamento do conhecimento de todo o conjunto escolar – profissionais da educação e comunidade escolar – no que diz respeito à aplicação de novas formas de ensino e aprendizagem da matemática e assim por diante. É essencial que as atividades baseadas nas aplicações dos jogos tenham seus fundamentos compreendidos, promovendo, assim, novas formas para a aprendizagem, que sem dúvida, devem ser coerentes com a realidade social.

Faz-se necessária a reformulação da visão sobre a matemática e o profissional que a ensina. A imagem de detentor do conhecimento deve ser desvinculada do professor. Ser professor não é poder/querer ensinar, ser professor é intermediar a aprendizagem, afinal, a matemática deve ser aprendida, não ensinada e, para a consolidação desse processo, o atual aluno necessita primeiramente estar inserido em um ambiente condizente com a sua realidade.

Considerações finais

Para a conclusão desta pesquisa houve um importante período de levantamentos, constatações e inferências entre os aspectos teóricos e os aspectos práticos a respeito da aplicação de jogos matemáticos na educação matemática. Dessa forma, além de abordar os ideais já formulados, é retratada a realidade educacional em função de tal aplicação.

A respeito da aplicação dos jogos no processo de ensino e aprendizagem da matemática, conclui-se que eles comportam um campo completamente inovador. Contudo, o modelo educacional ainda não é compatível com tamanha revolução nos modos de aprender e ensinar, e, como fator para tal impasse, há toda uma estruturação educacional baseada em modelos defasados.

A aula de matemática precisa ser trabalhada de maneira que venha despertar o interesse e o prazer no aluno, para isso precisamos buscar melhorias para trabalhar com as realidades de ensino aprendizagem do aluno.

É necessária a reformulação do atual modelo de ensino da matemática, e para isso, o professor matemático, independentemente do seu nível de formação, tem que construir uma nova concepção sobre esse ensino. A princípio, deve adotar atitudes sinceras – o professor é um ser humano, e como tal, apresenta limitações, e isso, de forma alguma, influencia em seu potencial para ser um excelente professor, ao contrário, conhecer e analisar sistematicamente essas limitações é que o possibilita atingir tamanha classificação profissional. A partir do momento que este profissional adotar tal metodologia, ele se permitirá a exposição de sua zona de segurança, o que sem dúvidas, possibilitará a aplicação de novas formas de ensinar em suas práticas docentes.

Quando o conhecimento se organiza, a partir da situação imposta pela realidade e quando se estabelece a relação entre experiência e análise, conforme a absorção do conhecimento e a expansão gradativa da produção cultural humana, ocorre a aprendizagem. Ainda, nesse sentido, o professor deve aprimorar o conceito que o processo de ensino e aprendizagem é um sistema de trocas, mesmo para a disciplina matemática. Na aplicação dos novos recursos para o ensino, não serão poucas as vezes em que ele aprenderá com o aluno, uma vez que pode apresentar uma ideia mais abrangente.

Nesse cenário, o importante é a aprendizagem, não de onde ela se origina. No que concerne ao ensino da matemática percebemos que ele é desenvolvido, na maioria das instituições de ensino, através de meios impróprios, grande frustração no aluno que se desmotiva, e tende a se evadir da escola. Em contrapartida, buscar novas formas de ensinar promove um vasto campo de instrumentos para a mudança desse desmotivador quadro síntese do ensino da disciplina.

Os jogos matemáticos são um recurso comum que confere um ambiente propício ao processo de ensino e aprendizagem da matemática. Incumbe ao professor de matemática apropriação, adequando-as a cada realidade em que o ensino da matemática é desenvolvido.

É necessário que os profissionais voltem sua atenção para as mais diversas formas de ensino que os alunos utilizam no dia a dia. Saindo das aulas tradicionais de que o aprendizado só pode ser feito nos livros didáticos e nas salas de aula. Essa era já passou, a vida está se desenvolvendo e as tecnologias cada vez mais avançadas, o que exige dos profissionais da educação uma atualização constante visando acompanhar a realidade que os alunos vivem, e a sociedade como um todo, incluindo a utilização também dos jogos no ensino e aprendizagem da Matemática. E assim conclui-se com uma visão mais ampla do modelo de ensino utilizado pelos professores, o que enriquece ainda mais o conhecimento, a visão de mundo, a qualidade da educação e um conhecimento mais abrangente acerca da realidade que nos cerca.

Referências

ALMEIDA, V. **História da educação e método de aprendizagem em ensino de história**. Palmas/TO: EDUFT, 2018.

ASSIS, C. F. de. **Jogos de tabuleiro como recurso metodológico para aulas de matemática no segundo ciclo do ensino fundamental**. Salvador: Bahia, 2014. Disponível em: http://w3.impa.br/~tertu/archives/dissertacoes/Dissertacao_Cleber.pdf. Acesso em: 26 out. 2021.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática** / Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF 1997.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria da Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: matemática**. Brasília: MEC/SEF, 1998. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro03.pdf>. Acesso em: 2 nov. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Proposta Curricular para a educação de jovens e adultos: segundo segmento do ensino fundamental – 5ª a 8ª série**. Introdução / Secretaria de Educação Fundamental, v. 1. 2001. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/secad/arquivos/pdf/eja_livro_01.pdf. Acesso em: 8 nov. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Proposta Curricular para a educação de jovens e adultos: segundo segmento do ensino fundamental – 5ª a 8ª série**. Introdução / Secretaria de Educação Fundamental, v. 3. 2002. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/secad/arquivos/pdf/eja/propostacurricular/segundosegmento_vol.3_matematica.pdf. Acesso em: 7 nov. 2021.

MARQUES, M. de C. P.; PERIN, C. L.; SANTOS, E. dos. Contribuição dos jogos matemáticos na aprendizagem dos alunos da 2ª fase do 1º Ciclo da Escola Estadual 19 de Maio de Alta Floresta-MT. **Rev. Eletrônica Multidisciplinar da Faculdade de Alta Floresta**. V. 9, n. 2 (2020). Disponível em: <http://faflor.com.br/revistas/refaf/index.php/refaf/article/view/92/html#:~:text=Os%20jogos%20matem%C3%A1ticos%20desenvolvem%20o,%20Daluno%20e%20aluno%20Daluno>. Acesso em: 13 set. 2021.

MIGUEL, J. C. **O processo de formação de conceitos em matemática: implicações pedagógicas**. 2018. Disponível em: http://www.ufrj.br/emanped/paginas/conteudo_producoes/docs_28/processo.pdf. Acesso em: 10 out. 2021.

REIS, M. C. dos. A importância dos jogos para o ensino da matemática: confecção de jogos matemáticos. **Programa de Desenvolvimento Educacional do Governo do Estado do Paraná**. 2013. Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2013/2013_utfpr_mat_artigo_marina_carneiro_dos_reis.pdf. Acesso em: 8 nov. 2021.

RIBEIRO, J. P. M. O uso de um jogo de batalha naval como ferramenta didática no ensino de matemática na educação básica. **Boletim Cearense de Educação e História da Matemática**, [S. l.], v. 6, n. 17, p. 84–98, 2019. DOI: 10.30938/bocehm.v6i17.1446. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/BOCEHM/article/view/1446>. Acesso em: 23 nov. 2021.

SADOVSKY, P. **O ensino da matemática hoje**: enfoques, sentidos e desafios. Tradução Antonio de Padua Danesi. São Paulo: Ática. 2007.

SILVA, A. F. da; KODAMA, H. M. Y. **Jogos no ensino da matemática**. 2004. Disponível em: <http://www.bienasbm.ufba.br/OF11.pdf>. Acesso em: 5 nov. 2021.

TEODORO, N. M. **Metodologia de ensino**: uma contribuição pedagógica para o processo de aprendizagem da diferenciação. 2000. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/2234-8.pdf>. Acesso em: 11 out. 2021.

ZANELATO, F. M. F.; SANTOS, G. A. dos. **A importância do brincar na educação infantil**. Serra: Faculdade Capixaba da Serra, 2013. Disponível em: <https://multivix.edu.br/wp-content/uploads/2018/06/a-importancia-do-brincar-na-educacao-infantil.pdf>. Acesso em: 14 out. 2021.

NOVAS TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

New technologies in mathematics education

Ivan Rocha Sampaio¹

Rodimar Douranth da Silva²

Weimar Pereira do Nascimento³

Resumo: Este trabalho teve como objetivo conhecer projetos ligados à aprendizagem matemática em ambientes informatizados, visando estabelecer um panorama atual das práticas didáticas realizadas na educação básica com o uso de novas tecnologias. Assim, é de interesse dos pesquisadores debater questões relacionadas a como edificar o conhecimento matemático significativo mediante a utilização de novas tecnologias no habitual sistema escolar. Esse estudo vem apresentado em bases de reflexões realizadas a partir do trabalho com alunos de graduação em Licenciatura em Matemática, em projetos em nível de Especialização e na aplicação prática em escolas, tendo como referências o estudo de revisão de literatura realizado em periódicos atuais da área de pesquisa e ensino de matemática.

Palavras-chave: Novas tecnologias. Educação matemática. Softwares educacionais.

Abstract: The objective of this work was to get to know projects related to mathematical learning in computerized environments, aiming to establish a current panorama of didactic practices carried out in basic education with the use of new technologies. Thus, researchers are interested in debating issues related to how to build meaningful mathematical knowledge through the use of new technologies in the usual school system. This study is presented on the basis of reflections carried out from the work with undergraduate students in Mathematics, in projects at the Specialization level and in practical application in schools, having as references the study of literature review carried out in current journals of the Mathematics research and teaching area.

Keywords: New technologies. Mathematics education. Educational software.

Introdução

Todos conhecemos o papel fundamental das instituições escolares na ampliação intelectual, social e afetivo do sujeito. Assim, em uma sociedade de bases tecnológicas, tendo mudanças contínuas, em um ritmo acelerado, não é mais plausível ignorar as mudanças que as tecnologias da informação e da comunicação (TICs) provocam na forma como as pessoas enxergam e entendem o mundo, bem como desamparar a potencialidade pedagógica que algumas tecnologias oferecem quando acionados à educação. Já é consenso que o computador é um utensílio precioso no processo de ensino, aprendizagem e de desenvolvimento e, portanto, cabe à escola utilizá-lo de forma coerente com uma proposta pedagógica avançada e consistente.

Essa proposta pedagógica é fundamental para que os alunos transformem seus pensamentos, desenvolvam atividades criativas, compreendam conceitos, reflitam sobre eles e, conseqüentemente, criem novas definições. Nada adianta ter-se computadores de última geração e programas moderníssimos, caso não consiga utilizá-los. Perrenoud (2000) destaca como uma

¹ Acadêmico do Curso de Licenciatura em Matemática – E-mail: ivanrocha.sampaio@gmail.

² Acadêmico do Curso de Licenciatura em Matemática – E-mail: mardouranth@gmail.com.

³ Tutor Externo do Curso de Licenciatura em Matemática – Polo Centro – Manaus/AM; E-mail: weimarpereira@hotmail.com.

das dez capacidades fundamentais do professor é a de conhecer as possibilidades e dominar os recursos computacionais existentes, cabendo ao professor atualizar-se constantemente, trazendo para o aluno novas formas de práticas educacionais que possam colaborar para um método educacional qualificado. Nesse assunto, o professor torna-se indispensável, tornando-se conselheiro do processo de desenvolvimento, podendo organizar os meios computacionais para atender aos alunos de forma variada, de acordo com as necessidades de cada um.

Nesse aspecto, destacam-se, a seguir, algumas reflexões e projetos desenvolvidos vinculados à Educação Matemática.

Conhecimento matemático

Quanto se dá a informação matemática? Com certeza, essa é a questão-chave a ser debatida, pois a configuração como o professor desencadeia seus atos pedagógicos está carregada pela compreensão que tem por esse tema.

Alguma das maiores dificuldades na educação deriva do fato que vários professores analisam as opiniões matemáticas como objetos complementados, não entendendo que estes conceitos devem ser construídos pelos alunos.

Um das consequências desse aprendizado educacional tem sido objeto de estudo de educadores matemáticos. Para D'Ambrosio (1989, p. 16):

[...] primeiro, os alunos passam a acreditar que a aprendizagem da matemática se dá através de um acúmulo de fórmulas e algoritmos. Aliás, nossos alunos hoje acreditam que fazer matemática é seguir e aplicar regras. Regras essas que foram transmitidas pelo professor. Segundo os alunos que a matemática é um corpo de conceitos verdadeiros e estáticos, dos quais não se dúvida ou questiona, e nem mesmo se preocupam em compreender por que funciona. Em geral, acreditam também, que esses conceitos foram descobertos ou criados por gênios.

Assim como o aluno se assenta como sujeito ativo, explorando, investigando, orientado por um professor qualificado para colocar-se na postura de intercessor, a formalização e a concretização mental de julgamentos abordado, simplesmente, de uma decorrência do processo. A partir das meditações acima, queremos proporcionar a seguinte questão: é admissível utilizar ambientes informatizados como ambientes propiciadores de atividades que aceitem aos alunos adequações de ideias matemáticas intensas e significativas?

Concepções sobre o uso de tecnologia na educação matemática

Nas análises sobre a função que as “novas tecnologias” e as tecnologias de informação e comunicação (TICs) poderiam exercer no ensino matemático, e nos apontamentos de propostas curriculares oficiais de múltiplos países, identificamos amplas categorias de contextos que caracterizam duas compreensões. A primeira intuição, que denominamos consumir tecnologia, está relacionada aos assuntos que fundamentalmente sustentam serem as novas tecnologias e as TICs os recursos poderosos para ensinar e instruir-se matemática. As visões aglutinadas no segundo entendimento, que denominamos incorporar tecnologia, apoiam que, ao se assenhorearem das novas tecnologias e das TICs, alterar-se em ferramentas e aparelhos cognitivos, professores e educandos modificam a forma de fazer matemática e transformam a forma de pensar matematicamente. Determinadas visões subjacentes a essa concepção progridem ao afirmar que as inovações tecnológicas e as TICs mudam a própria matemática que se leciona, que se faz, e que se aprende.

Adicionamos uma terceira compreensão, não identificada na bibliografia, e que chamamos matematizar a tecnologia, unida aos conceitos de que as tecnologias e as TICs, além de preencherem os papéis de solução de instruir-se e de aprendizagem, e de utensílio e de instrumento de pensar, podem tornar-se fontes de renovação de abordagens curriculares de temas convencionais no ensino matemático básico e universitário bem como fontes de inovações temáticas para o currículo de matemática.

Consumir tecnologia

Talvez seja esse o ponto de vista do uso da tecnologia mais habitual encontrada no grupo dos professores de matemática. Ela é comum por ser muito divulgado nos discursos de autoridades educativas. Também passar a existir de forma mais intensa nos discursos do marketing da indústria e do comércio educacional, aqueles administradores econômicos e sociais que circulam em torno das normas educacionais. Em ambos os tipos de aloções há uma extensa defesa de que a educação pode ser alterada pela tecnologia, ou seja, produtos e processos tecnológicos seriam capazes de modificar os processos de educação e aprendizagem, tornando-os mais interessante, motivadores, eficazes e competentes. Obviamente tais aloções não são neutras. Industriais e comerciantes educacionais são movidos pelo empenho em criar mercados e consumistas para seus produtos e serviços. Autoridades educativas são sobretudo movidas pelo desejo de conseguir, ao mesmo tempo, ampliar a abundância, aperfeiçoar a qualidade e abrandar os custos dos serviços educacionais oferecidos pelo governo. Conforme aponta Almeida (2003, p. 2),

[...] atualmente, com a intensa comunicação entre as pessoas, é comum a transferência das técnicas de uma cultura para outra, mas é no interior de cada cultura que as técnicas adquirem novos significados e valores. No entanto, as tecnologias e seus produtos não são nem bons nem maus em si mesmos, os problemas não estão na televisão, no computador, na Internet, ou em quaisquer outras mídias, e sim nos processos humanos, que podem empregá-los para a emancipação humana ou para a dominação.

Nós cremos que entre os professores e demais administradores educacionais o primeiro entendimento sobre o uso de tecnologia na educação que cresce é exatamente aquela que vislumbra a automatização das tarefas docentes. Por exemplo, nos artigos sobre a adoção das TICs na educação, na década que vai de meados de 1980 até meados de 1990 predominam aqueles com alegações veementes das obrigações de aprendizagem acelerada, de instrução eficaz e eficiente, entre tantas outras promessas da adoção da tecnologia na sala de aula (GRINESKI, 1999). É a fase dos tutoriais que lecionarão aritmética, álgebra, geometria, empregando estratégias fundamentadas na arquitetura da página seguinte (SCHANK; BIRNBAUM, 1996). Na década de 1980, com a transmissão dos primeiros Personal Computer (PC) – computador pessoal – e dos programas em Disk Operating System (DOS) – Sistema Operacional em Disco – esse tipo de algoritmo era muito conhecido, tanto entre quem desenvolvia, como entre quem arriscava usar (VALENTE, 2001).

Para nós o que é admirável no principal entendimento sobre o uso da tecnologia na educação matemática é aquilo que ela favorece quando implementada: ela promove o desenvolvimento de consumidores de tecnologia, pessoas que podem virar dependentes da tecnologia para alcançar as mesmas tarefas que eram arranjadas sem o recurso tecnológico. Mas nós marcamos dois níveis de entendimento dessa percepção. O primeiro nível incide em entender que o uso da tecnologia pode solicitar a automatização de todas as tarefas educacionais, especialmente os educadores. A esse nível de entendimento chamamos de consumir tecnologia para a automação das tarefas.

A facilidade computacional adentrada por uma calculadora, mesmo na sua variante mais simples, que somente admite realizar poucas operações e memorizar dados, pode abrir os olhos do aluno para os problemas propostos, possibilitando concentrar valores em pensar soluções e avaliar possibilidades, em detrimento da tensão ou tempo gasto em realizar cálculos. Uma série de estudos que permite confirmar o papel da calculadora ou do computador na educação da matemática, além das tarefas que investigam, por exemplo, as novas formas de comunicação em métodos de Educação a Distância (EAD).

Incorporar tecnologia

Pesquisadores de vários países têm se aplicado à pesquisa acerca do uso de novas tecnologias na educação de matemática, alargando a investigações preciosas de seu possível incremento de conceitos matemáticos da álgebra, da geometria, do cálculo, entre outros (KAPUT, 1992).

O fato é que as tecnologias são aceitas em dois níveis. Num primeiro destes, o professor percebe que em benefício do acúmulo de conhecimentos pessoais com o uso de tecnologias, a inclusão da tecnologia pelo estudante se aguça e as formas de fazer matemática se altera: o uso de calculadoras gráficas, o uso de calculadoras simbólicas, o uso de simulações, a edificação de exemplares, a avaliação de proposições numéricas entre outras, acontecem a compor o arsenal de táticas que se usa para fazer matemática. É claro que mudar a configuração de “fazer matemática” sugere em mudar ainda as tarefas matemáticas e dificuldades tradicionais onde podem assumir versões mais complexas.

Já no segundo nível, o professor percebe que a inclusão de novas configurações de “fazer matemática” auxilia os alunos a novas formas de pensar e resolver problemas. Por exemplo, podem acontecer a prevalecer-se mais as representações gráficas, as soluções de visualização, as constituições geométricas dinâmicas, o refletir algorítmico, as normas heurísticas coligidas de ocasiões anteriores, o teste da plausibilidade de hipóteses antes de arriscar a sua demonstração etc. Nesse estágio de inclusão da tecnologia na efetivação dos trabalhos matemáticos, uma planilha é manuseada como um utensílio de pensamento, algo que você pode mover com destreza e cuidado para conseguir uma empreitada e produzir um efeito confiável. Da mesma configuração maneja-se uma calculadora ou um aplicativo de cálculo simbólico. Trabalhos executadas com o auxílio da tecnologia e acionadas como ferramentas e instrumentos cognitivos acertam a ser usadas como informações subsidiários, deixando de drenar atenção mental para sua realização.

Há riscos de que a afinidade se estabilize em algum dos níveis de acordo que enumeramos antes. Se isso acontece, significa que a metodologia educacional não foi levada ao seu inteiro desenvolvimento. Mas é aceitável ir além nesta dinâmica lógica. Podemos imaginar dois novos documentos para a tecnologia na educação matemática: a tecnologia enquanto fonte de temas para a ensino matemática e a tecnologia enquanto material da educação matemática. Esses dois novos papéis são os níveis de entrosamento de uma terceira concepção, que chamamos matematizar a tecnologia e que não foi explicitamente adaptar-se em nenhuma literatura que conhecemos.

Matematizar a tecnologia

Nesse entendimento, a tecnologia pode ser agrupada à educação matemática, não como solução ou ferramenta material ou simbólica, mas como um elemento curricular de matemática precioso em si e por si mesmo. Ela se torna objeto de estudo matemático e alvo do estudo da matemática. O principal nível consiste num acordo de matematizar a tecnologia enquanto fonte de assuntos matemáticos. Nesse nível percebe-se que há muitas informações matemáticas incorporadas aos objetos tecnológicos e métodos tecnológicos.

As tecnologias são pontes que abrem a sala de aula para o mundo, que representam, medeiam o nosso conhecimento do mundo. São diferentes formas de representação da realidade, de forma mais abstrata ou concreta, mais estática ou dinâmica, mais linear ou paralela, mas todas elas, combinadas, integradas, possibilitam uma melhor apreensão da realidade e o desenvolvimento de todas as potencialidades do educando, dos diferentes tipos de inteligência, habilidades e atitudes (MORAN, 2006, p. 2).

Deve-se aplicar no atentar da matemática subjacente e agrupada a cada item ou processo tecnológico. Determinados exemplos de assuntos possíveis: que a matemática torna possível a criação de um relógio digital, que a matemática permite a identificação de uma impressão digital, que a matemática consente o trabalho de um sistema de GPS, ou de um radar, qual é a matemática introduzida em um telefone celular, ou em uma tomografia computadorizada. Enfim é esclarecer a matemática que está em atuação nos objetos e métodos tecnológicos que usamos no nosso dia a dia. Ou seja, a matemática é como uma força conformativa do fato social em que vivemos. Essa matemática não é muito desigual da matemática que frequentemente estudamos, mas ela é de maneira especial trabalhada e ajustada para permitir divulgar certos modelos e tratar certas ocorrências.

O professor compreende que o educando, ao ver a matemática em ação, desenvolverá um senso de domínio sobre a tecnologia e poderá compreender que objetos e processos tecnológicos correspondem a regras e limites determinados pelos modelos matemáticos que usamos. Esse assenhoreamento é que aceitará ao consumidor de tecnologia transcendendo essa sua qualidade desenvolver a competência de criticar, no sentido de emitir opiniões informadas e judiciosas, o uso e a adaptação de cada tecnologia que emprega.

Um nível mais avançado e que chamamos matematizar a tecnologia modelando objetos e processos, consiste em perceber que a educação matemática pode dirigir o desenvolvimento da habilidade de organizar modelos de objetos e métodos com um desígnio em mente. Incide no desenvolvimento da capacidade de projetar tecnologias e de adaptar a matemática disponível para resolver problemas reais e palpáveis, ou projetar processos que inventarão novas realidades sociais. “O indivíduo, ao mesmo tempo que observa a realidade, a partir dela e através de novas ideias (mente fatos) e de objetos concretos (artefatos), exerce uma ação na realidade como um todo” (D’AMBROSIO, 1986, p. 38).

Ao esclarecer as informações matemáticas presentes em cada tecnologia, revolver conteúdos escolares legítimos e valiosos da educação matemática, permaneceremos contribuindo decisivamente para que o educando adquira o “domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna” (LDB, Art. 36, § 1º). Num tal aspecto, a matemática escolar permitiria ao educando perceber e criticar a tecnologia consumida e incorporada ao seu fazer e pensar matemática. Trata-se de uma compreensão de aliar a tecnologia a educação matemática numa perspectiva emancipatória, que para além da formação de consumidores ambiciona formar sujeitos autônomos, capazes de criticar, definir sobre adaptar e desenvolver novas tecnologias mais eficazes e adequadas para cada problema avaliado.

Metodologia

A pesquisa foi elaborada junto a uma turma de alunos cursando a disciplina de Matemática no ensino fundamental e médio, em escolas públicas da cidade de Iranduba. A disciplina, de 45 minuto-aula onde foi conduzida e ofertada de forma concentrada em um período de dois meses, sendo desenvolvida parte em ambiente de sala de aula comum, parte em uma sala ambiente informatizada. Como afirma Cotta (2002, p. 20-21):

[...] a introdução do computador na sala de aula, por si só, não constitui nenhuma mudança significativa para o ensino. O salto qualitativo no ensino da Matemática poderá ser dado através do aproveitamento da oportunidade da introdução do computador na escola, o que certamente favorecerá mudanças na pedagogia e poderá resultar em melhora significativa da educação. Para tanto, talvez seja mais realista pensar no aproveitamento de técnicas tradicionais para ir, aos poucos, introduzindo inovações pedagógicas e didáticas.

A pesquisa feita foi qualitativa e teve a coleta de dados virtuais quando foram realizadas duas atividades desenvolvidas uma no início, que daqui para frente chamaremos de primeira ocasião de teste, e outra ao final da disciplina, a segunda ocasião de teste. Na primeira atividade, “Motivação para a disciplina”, os alunos leram um texto que apresentava a LDB (artigos 35, 36, 2, 32) e trechos dos Pareceres CEB 15/98 e PCB 04/98, devendo responder por escrito e individualmente a três questões.

Na última aula, os alunos fizeram uma atividade em duas partes. Na primeira, os alunos deveriam identificar e expor os argumentos apresentados em um texto de Ponte (1997). Na segunda parte as perguntas feitas na primeira atividade da disciplina foram reapresentadas, com alterações redação para que elas tivessem um aspecto de tarefas de professores.

As respostas escritas e individuais dos alunos a essas duas atividades foram analisadas, para buscar identificar os assuntos usados a partir deles deduzir o nível de entendimento correspondente. Inicialmente, adotamos uma classificação usando os seis níveis apresentados anteriormente.

Depois dessa categorização, resultamos a uma redução de categorias e optamos por construir um perfil de cada aluno. Averiguamos que os dois professores, nos dois períodos em que foram testados, utilizaram assuntos que anunciavam a concepção consumir tecnologia. Em cada uma das duas ocasiões, o aluno poderia ainda proporcionar argumentos expressando os entendimentos agrupar tecnologia e matematizar tecnologia. Assim, em cada ocasião colocamos o aluno a uma das quatro feições de entendimento possíveis, segundo a natureza dos argumentos empregados:

- **Perfil 1** – só empregou argumentos da categoria “consumir tecnologia”;
- **Perfil 2** – empregou contextos das categorias “consumir tecnologia” e “incorporar tecnologia”;
- **Perfil 3** – empregou assuntos das categorias “consumir tecnologia” e “matematizar tecnologia”;
- **Perfil 4** – empregou argumentos das três categorias: “consumir tecnologia”, “incorporar tecnologia” e “matematizar tecnologia”.

Resultados e discussão

A Tabela 1 mostra a assiduidade e o número de professores que utilizou argumentos anunciando cada um dos níveis de entendimento descritos anteriormente. Ela nos mostra que assuntos expressando a concepção consumir tecnologia estão presentes nas respostas de todos os professores na segunda ocasião e em mais de 90% das respostas na primeira ocasião de teste. Do mesmo modo, a primeira concepção é de fácil entendimento e a primeira desenvolvida pelos professores. Assuntos que expressam o entendimento matematizar a tecnologia modelando elementos e métodos não aparece em qualquer uma das respostas dos professores em ambas os períodos de teste. Já o entrosamento matematizar a tecnologia enquanto fonte de temas matemáticos passou a existir abundante, mas igualmente, nos dois períodos de teste.

Tabela 1 – Simulações do comportamento de um gás ideal

Nível de entendimento	Primeira ocasião de teste		Segunda ocasião de teste	
	Frequência de uso	Número de alunos	Frequência de uso	Número de alunos
CT1	50	22	44	22
CT2	36	20	45	22
IC1	1	1	5	4
IC2	0	0	5	4
MT1	5	5	4	4
MT2	0	0	0	0

Fonte: os autores

A Tabela 2 exhibe a repartição dos perfis de entendimento dos alunos nos dois períodos. Não almejamos dirigir uma análise de taxas de mudança (a amostra é insuficiente para isso), mas a tabela nos deixa levantar a hipótese de que há de fato uma licença de precedência entre os níveis de entendimento: os entendimentos da concepção de “consumir tecnologia” antecedem os da concepção “incorporar tecnologia”, que precedem os entendimentos da concepção “matematizar tecnologia”. A Tabela 2 consente ainda averiguar que a disciplina traz efeitos pequenos sobre os entendimentos dos professores. Mas além disso mostra que disciplinas desta natureza podem ser úteis para o aumento dos entendimentos das concepções pelos professores, especialmente se os professores estão no princípio em um nível muito inicial de suas meditações e conhecimentos.

Tabela 2 – Perfis de entendimento dos professores por ocasião de teste

Segunda ocasião de teste Primeira ocasião de teste	Perfil 1 CT	Perfil 2 CT e IC	Perfil 3 CT e MT	Perfil 4 CT, IT e M	Total
Perfil 1 - CT	9	5	0	2	16
Perfil 2 – CT e IC	0	1	0	0	1
Perfil 3 - CT e MT	2	1	1	1	5
Perfil 4 – CT, IT e MT	0	0	0	0	0
Total	11	7	1	3	22

Fonte: os autores.

Os resultados da pesquisa deixam algumas deduções acerca do fato de que alunos não reconhecem a escola como sendo a principal fonte de seu conhecimento sobre tecnologia (REIS, 2013). Ter o jeito de ainda serem muito delicados os movimentos dos alunos pesquisados no sentido do desenvolvimento de uma atitude proativa de incorporação da tecnologia, que simule um desinstalar-se da adequada posição heterônoma, que atribui apenas à norma educacional a culpa pela demora do processo de incorporar o uso da tecnologia no ensino fundamental.

Numa reação contraproducente à perspectiva de incorporar o uso de tecnologia no ensino matemático, há aqueles que intercedem a inclusão de uma ou mais disciplinas de informática ao currículo. Em contrapartida, muitos professores também cresceram entendimentos de que a tecnologia não é tema de uma só disciplina, mas deve e necessita decorrer por todas elas, o que exigiria um projeto coletivo envolvendo toda a comunidade de cada escola.

A lamentação se torna mais proeminente, em nosso entendimento, não porque os professores não ensinam sobre tecnologias, mas porque o ensino de matemática neste contexto também não alia as tecnologias, e assim não colabora para que os professores tenham conhecimento pessoal de aprender matemática utilizando tecnologia. Eles são privados de realizar o movimento pessoal que também precisam fazer. Contudo, cabe aos professores se adaptarem as novas tecnologias e utilizá-las como ferramenta no ensino-aprendizagem e fazer com que sua disciplina se torne cada vez satisfatória e prazerosa aos alunos.

Enfatizamos ainda que os meios tecnológicos tornam as aulas participativas, principalmente quando bem explorados pelos professores.

Considerações finais

As TICs oferecem espaços apropriados ao trabalho por projetos ou mesmo para atividades lúdicas. Destaca-se a ampla gama de informações disponíveis para pesquisa; a multimídia, que adapta ambientes com estímulos multissensoriais; e, especialmente, a interatividade e a dinamicidade que tais tecnologias oportunizam.

Arquitetar, explorar, restaurar – interagir para compreender, para criar novas definições a partir das situações que se oferecem. Desenvolver no aluno a observação, o questionamento e a capacidade criadora.

Com proporções desafiadoras, nenhum professor, nos dias de hoje, pode desconhecer o uso das TICs, o papel que ocupam da sociedade e o potencial pedagógico que têm. Cabe, então, ao educador atualizado e comprometido buscar conhecer os múltiplos recursos e propostas viventes e, assim, conscientemente escolher por quais instrumentos utilizar, de que forma e em que momento.

O artigo contribui para essa reflexão, oferecendo a fundamentação embaçadora, as ferramentas empregadas, as práticas efetivadas e as sugestões pedagógicas relacionadas ao uso das TIC na Educação Matemática.

Referências

ALMEIDA, M. E. B. **Prática e formação de professores na integração de mídias. Prática pedagógica e formação de professores com projetos**: articulação entre conhecimento, tecnologias e mídias. 2003. Disponível em: <http://www.tvebrasil.com.br/salto/boletins2003/ppm/tetxt5.htm>. Acesso em: 20 out. 2021.

COTTA, A. J. **Novas tecnologias educacionais no ensino de matemática**: estudo de caso – Logo e do Cabri-Géomètre. Dissertação de Mestrado. Florianópolis, 2002.

D'AMBROSIO, U. **Da realidade à ação**: reflexões sobre educação matemática. Campinas, SP: Sannus, 1986.

D'AMBROSIO, B. S. **Como ensinar matemática hoje?** SBEM, Brasília, ano 2, n. 2, p. 15-19, 1989.

GRINESKI, S. Questioning the Role of Technology in Higher Education: Why is this the Road Less Traveled? **The Internet and Higher Education**, v. 2, n. 1, p. 45-54, 1999.

KAPUT, J. J. Technology and Mathematics Education. *In*: GROUWS, D. A. **Handbook of research on Mathematics Teaching and Learning**. NCTM, 1992, Cap. 21, p. 515-556.

LDB – Lei de Diretrizes e bases da educação nacional – **Lei nº 9.394**, de 20 de dezembro de 1996 – Artigo 36.

MORAN, J. M. **As mídias na educação**. 2006. Disponível em: http://www.eca.usp.br/prof/moran/midias_educ.htm. Acesso em: 1 dez. 2021.

PERRENOUD, P. **Dez novas competências para ensinar**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

REIS, M. C. dos. A importância dos jogos para o ensino da matemática: confecção de jogos matemáticos. **Programa de Desenvolvimento Educacional do Governo do Estado do Paraná**. 2013. Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospede/pdebusca/producoes_pde/2013/2013_utfpr_mat_artigo_marina_carneiro_dos_reis.pdf. Acesso em: 8 nov. 2021.

SCHANK, R.; BIRNBAUM, L. **Aumentando a inteligência**. *In*: KHALFA, Jean (Org.). A natureza da inteligência. São Paulo: Editora Unesp, 1996. Cap. 5, p. 111-138.

VALENTE, J. A. (2001). **Análise dos diferentes tipos de software usados na educação**. *In*: ____ (Org.). O computador na sociedade do conhecimento. Brasília: Mec, s.d. Disponível em <http://www.proinfo.gov.br/biblioteca/publicacoes/livro02.pdf>. Acessado em: 3 out. 2021.



NOVAS TECNOLOGIAS APLICADAS AO ENSINO DA FÍSICA: LABORATÓRIOS VIRTUAIS DE CIÊNCIAS COMO RECURSO NO PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM NO ENSINO MÉDIO

**New technology applied to physics teaching: virtual science laboratories
as a resource in the teaching-learning process in high school**

Gilmar Dias¹

Taise Ceolin²

Resumo: Essa pesquisa se debruçou sobre a questão do uso das Tecnologias Digitais da Informação e da Comunicação – TDICs, como auxílio ao processo ensino-aprendizagem de Física, com ênfase nos laboratórios virtuais de ciências. Para tanto foi realizada uma pesquisa do tipo bibliográfica, de cunho qualitativa e descritiva, fundamentada em autores, leis, normas e documentos afetos ao objeto de pesquisa. Cada vez mais, as chamadas TDICs estão presentes no cotidiano de nossa sociedade, não poderia ser diferente, também estarem no cotidiano da escola. Hoje, temos várias opções de tecnologias digitais, em especial, os laboratórios virtuais de ciências, que reproduzem com muita fidelidade os experimentos ali realizados e que são disponibilizados de forma gratuita (free). Verificou-se que, quando essas TDICs incorporam os Planos de Aulas, de forma correta, agregam muito valor as aulas, criando um ambiente motivacional e com enormes recursos audiovisuais que ilustram os conteúdos e encantam os alunos. Da mesma forma, quando as TDICs são usadas sem a preocupação de apenas complementarem as aulas ministradas pelos professores, se tornam um atrativo que pouco ou nada acrescentam a qualidade do ensino.

Palavras-chave: TDICs. Física. Laboratórios virtuais de ciências. Ensino médio.

Abstract: This research focused on the issue of the use of Digital Information and Communication Technologies – TDICs, as an aid to the teaching-learning process of Physics, with emphasis on virtual science laboratories. Therefore, a bibliographic research was carried out, of a qualitative and descriptive nature, based on authors, laws, norms and documents related to the research object. Increasingly, the so-called TDICs are present in the daily life of our society, it could not be different, they are also in the daily life of the school. Today, we have several options for digital technologies, in particular, virtual science laboratories, which very faithfully reproduce the experiments carried out there and are available free of charge. It was found that, when these TDICs incorporate the Lesson Plans, correctly, they add a lot of value to the classes, creating a motivational environment and with enormous audiovisual resources that illustrate the contents and delight the students. In the same way, when TDICs are used without the concern of just complementing the classes taught by teachers, they become an attraction that add little or nothing to the quality of teaching.

Keywords: TDIC. Physical. Virtual science laboratories. High school.

¹ Licenciado em Física e Matemática, Bacharel em Administração e Tecnólogo em processos gerenciais pela UNIASSSELVI. Pedagogo pela UFPR. Bacharel em contabilidade pela FAEL. Mestre em educação pela UTP, especialista em auditoria e perícia contábil, especialista em educação a distância, especialista em adm. financeira e informatização, especialista em matemática pela FAEL. Professor da pós-graduação da FAEL. E-mail: gilmardiassud@gmail.com.

² Doutora em Educação Científica e Tecnológica, Mestre em Educação nas Ciências, Licenciada em Física e Pedagogia. Docente nos cursos de Licenciatura em Física e Matemática da UNIASSSELVI. Orientadora. E-mail: thai.ceolin@gmail.com/taise.ceolin@uniasselvi.com.br.

Introdução

A escolha da área de concentração: novas tecnologias em Física, se deve ao fato de, cada vez mais, a educação convergir para o uso das novas Tecnologias Digitais da Comunicação e da Informação – TDICs, no processo ensino-aprendizagem.

Para que isso possa ocorrer de forma efetiva, os professores e demais profissionais da educação necessitam de novas capacitações para o manuseio desses recursos tecnológicos, bem como, aprender a planejar suas ações utilizando esses novos recursos tecnológicos. Temos hoje, laboratórios virtuais de química, física e biologia, que reproduzem com muita fidelidade, situações reais vivenciadas nos laboratórios físicos.

Também, associado ao uso das TDICs, temos a necessidade de buscar novas metodologias para o ensino. Como proposta para esse estudo, escolhemos as chamadas Metodologias Ativas, em particular, a Sala de Aula Invertida.

Cada vez mais, o uso das tecnologias digitais estão presentes na vida, tanto do aluno como do professor, portanto, ambos, professor e aluno, necessitam dominar, pelo menos, os princípios básicos de manuseio e emprego dessas tecnologias.

Abordamos neste projeto, o uso dos laboratórios virtuais de ciências para realização de experimentos de Física, bem como, o emprego de algumas Metodologias Ativas no processo ensino-aprendizagem.

Fundamentação teórica

Fundamentação legal

A disciplina de Física no Ensino Médio tem previsão legal na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), onde consta que a disciplina de Física, está dentro das “[...] áreas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (Biologia, Física e Química) [...]” (BRASIL, 2018, p. 33). Dessa forma, temos três disciplinas (Biologia, Física e Química) que devem ter uma relação interdisciplinar e transversal com seus conteúdos, pois estão relacionadas à área de Ciências da Natureza e às tecnologias envolvidas em cada uma dessas disciplinas. Assim, possuem características e pontos em comum que devem ser observados pelos professores, em seus planos de aula.

Um dos pontos que as disciplinas da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias têm em comum, está previsto no item 5 das Competências Gerais da Educação Básica apresentadas na BNCC, que diz:

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva (BRASIL, 2018, p. 9).

Dessa forma, temos que as tecnologias digitais são um dos componentes tanto do ensino como do aprendizado, ou seja, devem fazer parte do processo ensino-aprendizagem dos conteúdos de todas as disciplinas, em especial, as da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

Outra preocupação que o professor de Física deve ter ao preparar suas aulas é a busca da interdisciplinaridade, ou seja, que os conteúdos de Física que irá trabalhar, interajam, se integrem aos demais conteúdos das outras disciplinas. Essa é uma preocupação das Diretrizes Curriculares para o Ensino de Física, editado pela Secretaria Estadual de Educação do Estado do Paraná (SEED-PR):

Anunciar a opção político-pedagógica por um currículo organizado em disciplinas que devem dialogar numa perspectiva interdisciplinar requer que se explicita qual concepção de interdisciplinaridade e de contextualização o fundamenta, pois esses conceitos transitam pelas diferentes matrizes curriculares, das conservadoras às críticas, há muitas décadas (PARANÁ, 2008, p. 27).

Assim, temos que, as disciplinas devem dialogar entre si, possibilitando ao aluno, que entenda as relações que existem entre as várias áreas do conhecimento humano, em especial, com relação às disciplinas do ensino médio.

Outro fator importante para que o professor tenha atenção especial à interdisciplinaridade, citamos novamente o documento Diretrizes Curriculares para o Ensino de Física que afirma que “Conceitos, teorias ou práticas de uma disciplina são chamados à discussão e auxiliam a compreensão de um recorte de conteúdo qualquer de outra disciplina; [...]” (PARANÁ, 2008, p. 27). Isso tudo deve ser levado em consideração para o planejamento das aulas, bem como, das videoaulas.

Uso das TDIC no processo ensino-aprendizagem da Física

Temos dentro da teoria pedagógica, segundo Brito (1989), fatores determinantes do aprendizado, que seriam os fatores intrínsecos e extrínsecos, sendo que, no fator intrínseco, o estudante não depende de outros para se motivar a aprender, ao passo que, os fatores extrínsecos, agem como motivação para o seu empenho nos estudos. Corroborando essa afirmação, citamos Moran (2015, s.p.), que afirma que “o ensino híbrido combina algumas dimensões da motivação extrínseca com a intrínseca”.

Assim, ainda segundo Moran, no ensino híbrido, “o professor tem a oportunidade de centrar no ambiente virtual o que é informação básica e, deixar para a sala de aula as atividades mais criativas e supervisionadas” (2015, s.p.). Percebe-se dessa forma que, o ensino híbrido permite novas dinâmicas no processo ensino-aprendizagem, sempre buscando a máxima qualidade com o maior nível possível de atratividade para os alunos para os conteúdos ministrados.

Toda atividade humana requer planejamento, com a atividade educacional não seria diferente. Nesse sentido, o Plano de Aula assume, como forma de planejamento, relevância ainda maior quando se trata do uso da TDIC. A perfeita harmonia entre os conteúdos ministrados e o uso das TDICs para complementar, ilustrar e reforçar esses conhecimentos, se torna imprescindível para que realmente o uso das TDICs agregue valor ao aprendizado.

Quanto à escolha da tecnologia digital a ser utilizada pelo professor, é recomendado que seja um “software livre”, ou seja, gratuito. Além de não onerar a escola e os alunos, temos a vantagem de ser um software aberto, ou seja, todos tem acesso ao programa fonte de forma que, está sempre sendo atualizado e os “bugs” são rapidamente corrigidos. Outra vantagem apresentada por Angotti (2015, p. 24) é que:

[...] o software livre possui não somente a função de organizar e disponibilizar informação, mas também de possibilitar à sociedade o acesso à informação, comprometida com a busca e o alcance do conhecimento/esclarecimento, o desenvolvimento científico-tecnológico e a qualidade de vida, na perspectiva do benefício-risco.

Temos dessa forma, recursos tecnológicos em apoio ao processo ensino-aprendizagem gratuitos, com benefícios de atualizações e, que facilitam a democratização do acesso às tecnologias digitais que, a cada dia mais, se tornam onipresentes em nossa sociedade. Temos, como exemplo de softwares gratuitos, os simuladores de experimentos científicos (aplicativos de la-

boratório virtual de ciências): APP Vascak³, APP PhET⁴ e o Virtual Labs⁵. Esses são exemplos de excelentes laboratórios virtuais de ciências, totalmente gratuitos e de excelente qualidade e realismo dos resultados dos experimentos.

Uso das metodologias ativas no processo ensino-aprendizagem da Física Moderna

Não adianta muito o professor incorporar as TDICs em suas aulas se a metodologia de ensino (didática) não for compatível com o uso dessas tecnologias. O professor necessita buscar novas metodologias de ensino, compatíveis com os dias atuais e com o uso das TDICs em suas aulas. Para isso, temos as chamadas Metodologias Ativas, que são uma revolução em termos metodológicos para o ensino, em especial, o ensino escolar. A proposta das Metodologias Ativas, é colocar o aluno no centro do processo educacional, ser ele, o principal agente de sua formação, passando assim, o professor de principal ator para o papel de mediador do processo ensino-aprendizagem.

Uma das principais características das Metodologias Ativas é levar o aluno a pensar, a perguntar, a pesquisar, a se envolver com o objeto do aprendizado. O aluno que faz perguntas, é um aluno curioso, interessado no que está sendo ensinado, portanto, instigar o aluno a fazer perguntas, seria um dos passos para envolvê-lo nesse processo. Corroborando essa afirmação temos que, de acordo com as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), “perguntas fazem os estudantes pararem e pensar” (SOUZA, 2020, s.p.). Assim, com respaldo do principal documento normativo quanto à elaboração dos planos de aulas e do fazer pedagógico em sala de aula, a BNCC estimula o professor a levar os seus alunos a perguntarem, a mostrarem curiosidade e interesse pelo que está sendo ensinado.

Uma das metodologias ativas que tem demonstrado maior retorno em termos de envolvimento dos alunos com os conteúdos trabalhos, temos a chamada Sala de Aula Invertida, que seria, conforme afirma Silveira Junior (2020, p. 4):

Na Sala de Aula Invertida tem-se uma mudança na forma tradicional de ensinar. O conteúdo passa a ser estudado em casa e as atividades, realizadas em sala de aula. Com isso, o estudante deixa para trás aquela postura passiva de ouvinte e assume o papel de protagonista do seu aprendizado.

Essa metodologia tem duas grandes vantagens. A primeira seria a de que o aluno tem que estudar todo o conteúdo antes da aula e, deve realizar as pesquisas necessárias para um melhor entendimento. A segunda vantagem é que o professor só vai trabalhar em sala de aula, com as dúvidas dos alunos, dessa forma, ao invés dele explicar todo conteúdo, só irá trabalhar as dúvidas sobre esses conteúdos, isso permite um ganho enorme de tempo e, maior envolvimento dos alunos, além de tornar as aulas mais interessantes e menos “maçantes”.

Dentro dessa mesma linha de raciocínio, o ensino da Física, que está agrupado dentro das chamadas Ciências da Natureza, deve levar o aluno a contextualizar os conhecimentos adquiridos na escola com a sua realidade vivida, dessa forma temos que, segundo a BNCC:

É importante destacar que aprender Ciências da Natureza vai além do aprendizado de seus conteúdos conceituais. Nessa perspectiva, a BNCC da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias – por meio de um olhar articulado da Biologia, da Física

³ Disponível em: <https://www.vascak.cz/?id=1&language=pt>.

⁴ Disponível em: <https://phet.colorado.edu/>.

⁵ Disponível em: <https://www.vlab.co.in/>.

e da Química – define competências e habilidades que permitem a ampliação e a sistematização das aprendizagens essenciais desenvolvidas no Ensino Fundamental no que se refere: aos conhecimentos conceituais da área; à contextualização social, cultural, ambiental e histórica desses conhecimentos; aos processos e práticas de investigação e às linguagens das Ciências da Natureza (BRASIL, 2018, p. 547).

Temos, assim, um novo paradigma para a educação nacional, onde o “decoreba”, o “depósito bancário do conhecimento”, é substituído pela contextualização desses conhecimentos com a realidade vivida pelos alunos, proporcionando, dessa forma, um maior entendimento do que é aprendido, podendo colocá-los em prática e, com isso, agregar valor no mundo do trabalho e no seu convívio social.

A BNCC traz uma profunda mudança nos paradigmas do ensino da Física, saindo do tradicional “apego” às fórmulas e resoluções de exercícios, para uma nova visão mais pragmática, mais associada à realidade do aluno e ao mundo social e do trabalho. Temos como novas diretrizes para o ensino da Física:

III – ciências da natureza e suas tecnologias: aprofundamento de conhecimentos estruturantes para aplicação de diferentes conceitos em contextos sociais e de trabalho, organizando arranjos curriculares que permitam estudos em astronomia, metrologia, física geral, clássica, molecular, quântica e mecânica, instrumentação, ótica, acústica, [...] (BRASIL, 2018, p. 477).

A contextualização dos conteúdos da Física, em especial, da Física moderna, para a vida social do aluno e para o mundo do trabalho, nunca esteve presente antes como orientação para elaboração dos currículos. Apesar da Nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) já tratar disso, na prática, os currículos continuaram a serem montados visando ao “decoreba” de fórmulas, experimentação dos conceitos e resolução dos exercícios. Isso, em parte, foi mantido (menos a “decoreba”), o que muda é que isso não é mais o “100%” do fazer pedagógico, o novo “100%” passa a ser o aluno poder enxergar na sua realidade vivida, o que está aprendendo e ser capaz de aplicar esses conhecimentos no mundo do trabalho.

Materiais e métodos/metodologia

Para essa investigação foi realizada uma pesquisa do tipo bibliográfica, de cunho qualitativo e descritivo. Sobre a pesquisa do tipo bibliográfica, Köche (2015, p. 122) afirma que a mesma objetiva “[...] conhecer e analisar as suas principais contribuições teóricas existentes sobre um determinado tema ou problema, visando observar e interpretar acerca das características do objeto de estudo em questão”. O autor destaca, em relação à conceituação da pesquisa bibliográfica, que ela serve também para expandir os conhecimentos acerca de um determinado assunto, o que possibilita ao pesquisador a compreensão e delineamento sobre o problema de pesquisa investigado.

No desenvolvimento desta pesquisa foram utilizados livros de autores com aderência ao objeto de pesquisa, bem como, artigos publicados em sites de instituições científicas, realizando um fichamento das obras pesquisadas. Acerca do fichamento, Lakatos e Marconi (1992, p. 48) relatam que “[...] permite a ordenação do assunto, [...] leva o indivíduo a pôr ordem no seu material. Possibilita ainda uma seleção da documentação e do seu ordenamento”. Assim, este procedimento contribui para a organização do material e sistematização do estudo realizado.

Após realizada a seleção da bibliografia pesquisada, procedeu-se à análise dessas leituras para alcançar o resultado da pesquisa. A organização lógica do estudo e a sistematização dos resultados (conclusões) teve como fundamento o método dialético que, conforme dito por Gil

(2008, p. 13), “[...] fornece as bases para uma interpretação dinâmica e totalizante da realidade, já que estabelece que os fatos sociais não podem ser entendidos quando considerados isoladamente, abstraídos de suas influências políticas, econômicas, culturais etc.”. Nesse sentido, define-se como um método de interpretação da realidade que busca analisar as contradições encontradas em meio ao processo de pesquisa, tomando como referência o contexto e a natureza de mudança contínua da educação, além de visar ao encontro da solução adequada ao problema apresentado inicialmente.

Resultados e discussão

Com essa pesquisa, podemos perceber a importância do estudo da Física, como forma de compreendermos melhor o planeta onde vivemos. Isso pode ser confirmado, citando Miakichev e Bukhovtsev (2020, s.p.), que afirmam que a “Física permite-nos conhecer as leis gerais da natureza, que regulam o desenvolvimento dos processos que se verificam, tanto no Universo circundante como no Universo em geral”. Dessa forma, ao compreendermos melhor o universo onde vivemos, poderemos interagir melhor com esse universo, assim, melhorar a qualidade de vida dos que habitam nesse universo.

Também, verificamos que a Física moderna, com seus diferentes campos de estudos, tem contribuído muito para o progresso da ciência e da melhoria da qualidade de vida da humanidade. Destacamos como campo de estudo da Física moderna, a Física Nuclear, responsável pelos avanços a exploração da energia atômica como fonte de energia renovável e menos poluente para o meio ambiente. Dessa forma, temos que, conforme Miakichev e Bukhovtsev (2020, s.p.):

As centrais elétricas termonucleares vão resolver, no futuro, todos os problemas que afetam a Humanidade no domínio da energética. Como já foi salientado, os fundamentos científicos da energética atômica e termonuclear assentam totalmente nas realizações alcançadas pela Física dos núcleos atômicos.

Sabemos dos enormes desafios que o uso da energia nuclear tem trazido para a humanidade. O reaproveitamento do lixo atômico e a mitigação dos riscos de acidentes com usinas nucleares são fatores que ainda irão merecer muito estudo e pesquisa por parte dos cientistas. Para isso, é necessário que se avance cada vez mais com os estudos pesquisas no campo da Física moderna.

Para que o estudo da Física possa continuar a avançar é necessária uma formação mais qualificada dos estudantes, em especial do Ensino Médio que, irão abraçar a carreira de físico. Para que essa formação seja mais qualificada no Ensino Médio, os laboratórios virtuais de ciências desempenham um importante papel, pois permitem que os alunos façam simulações (experimentos) dos fenômenos estudados nos livros. A BNCC tem como uma de suas competências, o emprego das TDICs como ferramenta de aprendizado significativo, sabendo usar essas tecnologias, de forma reflexiva e ética (BRASIL, 2018). Assim, as TDICs devem fazer parte do planejamento pedagógico das escolas e o uso reflexivo e ético dessas ferramentas digitais, deve ser motivado pelos professores.

Essa formação mais qualificada, tanto dos professores como dos alunos, passa necessariamente pela inclusão das TDICs no ambiente escolar. Sousa *et al.* (2011, p. 25), afirmam que:

[...] torna-se cada vez mais necessário que a escola se aproprie dos recursos tecnológicos, dinamizando o processo de aprendizagem. Como a educação e a comunicação são indissociáveis, o professor pode utilizar-se de um aparato tecnológico na escola visando à transformação da informação em conhecimento.

Temos, assim, uma necessidade urgente da escola, em especial, os professores e os alunos dominarem essas tecnologias digitais que nos cercam no mundo moderno. Destacamos como tecnologias digitais do mundo moderno os sistemas informatizados de comunicação, as máquinas automatizadas, a robótica, a inteligência artificial – AI –, além do uso de aparelhos mais simples como, *smartphone*, *tablet* e computadores pessoais (PC).

Os recursos tecnológicos sempre devem ser vistos pelos professores como uma ferramenta pedagógica e não como a aula em si. Gastar uma aula inteira com um vídeo (ou vários vídeos), ou mesmo, somente com experimentos nos laboratórios virtuais, não agrega muito valor à qualidade do ensino ofertado. Corroborando essas afirmações, citamos Sousa *et al.* (2011, p. 49), que dizem que “o desafio está na mudança de concepção que diz respeito às aprendizagens, não somente das tecnologias, mas do que ensinar, trata-se de fazer aprender”. Assim, o ato de aprender que é, em última análise, a razão de ser do processo ensino-aprendizagem, deve estar centrado no aluno, com mediação do professor, com auxílio das TDICs e não, apenas ou unicamente no emprego das tecnologias digitais.

Com auxílio das ferramentas tecnológicas, o professor e o aluno podem criar novas situações que vão além do conteúdo ministrado e dos recursos disponíveis nos livros didáticos. Através dessas ferramentas tecnológicas, o professor tem a possibilidade de ele mesmo elaborar uma série de experimentos em laboratórios virtuais de ciências, com a possibilidade de trabalhar múltiplas variáveis e elementos que, mesmo em um laboratório de ciências real, ficaria muito difícil de ser realizado, desta forma temos que:

Existe uma gama muito grande de materiais didáticos interativos para a educação, para as mais diversas áreas, porém nem sempre se adequam ao que cada professor precisa. Para resolver esta questão o professor poderá aprender a desenvolver seu próprio material de maneira que suas aulas consigam ser mais atraentes e despertarem o interesse dos alunos (MARIOTTI; ARAUJO, 2011, p. 2).

Assim, cada professor, através do laboratório virtual de ciências, poderá elaborar uma série de experimentos dentro de sua proposta pedagógica, bem como, incentivar seus alunos a, por conta própria, realizar mais experimentos, em especial, alterando as variáveis propostas nos experimentos sugeridos pelo professor nas aulas. Assim, amplia-se a capacidade investigativa e cognitiva tanto do professor, como dos seus alunos. Citamos Soares *et al.* (2015), que, para eles, as TDICs, quando bem planejadas nos planos de aula, permitem uma integração perfeita entre o professor, os alunos e os conteúdos. O professor poderá passar tarefas em grupo ou individuais, para realização de experimentos nos laboratórios virtuais de ciências. Um dos grandes trunfos do uso das TDICs, como, por exemplo, dos laboratórios virtuais de ciências, é a possibilidade de o aluno a partir de sua própria iniciativa e por dispor dessa tecnologia em seu PC, *smartphone* ou *tablet*, realizar novos experimentos, ampliando ainda mais os seus conhecimentos.

Também, como resultado dessa pesquisa, observamos que além do professor utilizar modernas tecnologias no processo ensino-aprendizagem, também se faz necessário, buscar novas metodologias de ensino, novos métodos e técnicas que aproximem mais o professor do aluno, que permitam uma maior autonomia intelectual do aluno, que desperte esse aluno para a curiosidade, para o desejo de se aprofundar mais nos conteúdos estudados. Para isso, temos as conhecidas Metodologias Ativas, que são metodologias que colocam o aluno no centro do processo ensino-aprendizagem.

Os resultados dessa pesquisa são promissores quanto ao uso de TDICs e novas metodologias de ensino, como forma de agregar mais valor e qualidade ao processo ensino-aprendizagem, bem como, aumentar a motivação dos alunos pelos estudos dos conteúdos ministrados.

Considerações finais

A realização desta pesquisa se deu por meio da leitura de livros, artigos, legislação, normas e documentos, ou seja, foi realizada uma abordagem teórica do tema, o que suscitou reflexões que poderão ser investigadas em estudos futuros, verificando os resultados e aplicações na prática, junto aos professores em exercício e estudantes da educação básica.

Mesmo sem a aplicação prática, acredita-se ter realizado uma pesquisa significativa com relação às novas tecnologias aplicadas ao ensino da Física, em especial, da Física moderna. A parte mais significativa dessa pesquisa foi poder ter mais contato com vários escritos sobre as vantagens do uso dos laboratórios virtuais de ciências para a realização de experimentos no campo da Física. É uma constatação quase unânime de que o aprendizado da Física fica mais significativa, quando os alunos podem realizar os experimentos associados aos conteúdos ministrados. O uso de novas tecnologias no processo ensino-aprendizagem, encontra respaldo na BNCC.

O desafio de entender como realizar os experimentos, como parametrizar os APPs, foram um desafio a parte. Esses APPs não possuem um tutorial e, dessa forma, apenas usando-os é que se pode ter uma noção mais exata do seu potencial pedagógico. Assim, destaca-se a importância do tempo de planejamento e estudo contínuo aos docentes, para que possam implementar em suas aulas o uso das TDICs.

Juntamente com os desafios de planejar aulas com recursos tecnológicos (Tecnologia Digital da Informação e da Comunicação – TDIC), surge também, o desafio de buscar novas metodologias de ensino, metodologias mais adequadas do que as atuais didáticas tradicionais centradas no professor e no “decoreba”. A pesquisa levou à descoberta das chamadas Metodologias Ativas, em que o aluno passa a ser o centro do processo ensino-aprendizagem, em que é instigado a pesquisar, a ser curioso, a buscar respostas para os problemas levantados.

Esta pesquisa também demonstrou que o emprego das TDICs no planejamento e execução das aulas, só será eficiente se o professor também associar essas tecnologias com um novo fazer pedagógico, em que o aluno esteja motivado a aprender, a pesquisar, se preparar para as aulas com as leituras solicitadas, com os deveres para casa todos realizados. Para que isso ocorra, é necessário que o professor busque novas metodologias de ensino, por exemplo, a sala de aula invertida, seminários, resolução de problemas e outros métodos que permitem um maior envolvimento do aluno com a sua formação escolar.

Com essa pesquisa pode-se concluir que as chamadas TDICs são uma realidade no mundo em que vivemos. Cada dia mais somos dependentes dessas tecnologias, portanto, nada mais natural que a escola incorpore essas tecnologias no seu fazer pedagógico, em especial do professor de Física. Também, essas novas gerações, que vivem permanentemente on-line, se sentem mais motivadas quando os recursos pedagógicos para o seu aprendizado se aproximam mais dos recursos tecnológicos que fazem parte de suas vidas, por exemplo, o computador, o tablet e o smartphone. Dessa forma, indica-se que o professor de Física deve incorporar as chamadas TDICs e as novas metodologias de ensino nos seus Planos de Aula.

Referências

ANGOTTI, J. A. P. **Ensino de Física com TDIC**. Florianópolis: UFS, 2015. Disponível em: <https://ced.ufsc.br/files/2016/01/Livro-Angotti.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2022.

BRASIL. **Base Nacional Curricular Comum**. BNCC. 2018. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=85121-bncc-ensino-medio&category_slug=abril-2018-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 10 abr. 2022.

BRITO, S. **Psicologia da aprendizagem centrada no estudante**. 3. ed. Campinas-SP: Papi-
rus, 1989.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

KÖCHE, J. C. **Fundamentos de metodologia científica: teoria da ciência e iniciação à pes-
quisa**. 34. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2015.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo:
Atlas, 1992. Disponível: <https://docero.com.br/doc/8x1xs>. Acesso em: 8 abr. 2022.

MARIOTTI, J. F.; ARAUJO, F. V. de. **O uso do powerpoint como ferramenta de auxílio
na construção de materiais didáticos interativos**. 2011. Disponível em: [https://repositorio.
ufsm.br/bitstream/handle/1/2790/Mariotti_Jocilene_Fatima.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/2790/Mariotti_Jocilene_Fatima.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
Acesso em: 10 abr. 2022.

MIAKICHEV, A; BUKHOVTSEV, B. **A importância da física para o esclarecimento do
universo e para o desenvolvimento das forças produtivas da sociedade**. (2020). Artigo.
Disponível em: [https://www.fisica.net/fisico/a-importancia-da-fisica.php#:~:text=A%20F%-
C3%ADsica%20permite%2Dnos%20conhecer,com%20base%20nelas%2C%20processos%20
concretos](https://www.fisica.net/fisico/a-importancia-da-fisica.php#:~:text=A%20F%-C3%ADsica%20permite%2Dnos%20conhecer,com%20base%20nelas%2C%20processos%20concretos). Acesso em: 10 abr. 2022.

MORAN, J. M. **Mudando a educação com metodologias ativas**. *In: Convergências Midiá-
ticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens*. Coleção Mídias Contemporâneas. 2015.
Disponível em: [http://www2.eca.usp.br/moran/wpcontent/uploads/2013/12/mudando_
moran.pdf](http://www2.eca.usp.br/moran/wpcontent/uploads/2013/12/mudando_moran.pdf). Acesso em: 31 jan. 2023.

PARANÁ (estado). **A educação básica e a opção pelo currículo disciplinar**. 2008. Disponível em:
[http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/diretrizes/dce_
fis.pdf](http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/diretrizes/dce_fis.pdf). Acesso em: 7 abr. 2022.

SILVEIRA JUNIOR, C. R. da. **Sala de aula invertida: por onde começar?** Goiânia: Instituto
Federal Goiás, 2020. [Recurso eletrônico]. Disponível em: [chrome-extension://efaidnbmn-
nibpcajpegglefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fifg.edu.br%2Fattachments%
2Farticle%2F19169%2FSala%2520de%2520aula%2520invertida_%2520por%2520onde%
2520come%25C3%25A7ar%2520\(21-12-2020\).pdf&clen=5717817&chunk=true](chrome-extension://efaidnbmn-nibpcajpegglefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fifg.edu.br%2Fattachments%2Farticle%2F19169%2FSala%2520de%2520aula%2520invertida_%2520por%2520onde%2520come%25C3%25A7ar%2520(21-12-2020).pdf&clen=5717817&chunk=true). Acesso em:
8 abr. 2022.

SOARES, S. de J.; BUENO, F. de F. L.; CALEGARI, L. M.; LACERDA, M. de M.; DIAS,
R. F. N. C. **O Uso das tecnologias digitais de informação e comunicação no processo de
ensino-aprendizagem**. 2015. Artigo. Disponível em: [http://www.abed.org.br/congresso2015/
anais/pdf/BD_145.pdf](http://www.abed.org.br/congresso2015/anais/pdf/BD_145.pdf). Acesso em: 10 abr. 2022.

SOUSA, R. P. de et al. (orgs.). **Tecnologias digitais na educação**. Campina Grande:
EDUEPB, 2011 [recurso eletrônico]. Disponível em: [https://books.google.com.br/books?i-
d=LYE-AAAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=tecnologias+digitais+para+a+aprendiza-
gem&hl=pt-BR&newbks=1&newbks_redir=0&sa=X&ved=2ahUKEwjysc6E6ar3AhW1tpU-
CHWnyDWQQ6AF6BAGFEAI#v=onepage&q=tecnologias%20digitais%20para%20a%20
aprendizagem&f=false](https://books.google.com.br/books?id=LYE-AAAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=tecnologias+digitais+para+a+aprendizagem&hl=pt-BR&newbks=1&newbks_redir=0&sa=X&ved=2ahUKEwjysc6E6ar3AhW1tpU-CHWnyDWQQ6AF6BAGFEAI#v=onepage&q=tecnologias%20digitais%20para%20a%20aprendizagem&f=false). Acesso em: 20 abr. 2022.

SOUZA, P. H. de. **BNCC no chão da sala de aula**: o que as escolas podem aprender a fazer com as 10 competências? Belo Horizonte: Conhecimento Editora, 2020. [Google Livros]. Disponível em: https://books.google.com.br/books?id=nUH8DwAAQBAJ&printsec=front-cover&dq=BNCC+no+ch%C3%A3o+da+sala+de+aula&hl=pt-BR&newbks=1&newbks_re-dir=0&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=BNCC%20no%20ch%C3%A3o%20da%20sala%20de%20aula&f=false. Acesso em: 7 abr. 2022.

O USO DO MODELO CIENTÍFICO DE NIELS BOHR PARA O ÁTOMO COMO UM RECURSO DIDÁTICO ANÁLOGO AO ESTUDO DO ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO VISÍVEL AO OLHO HUMANO: ALIANDO TEORIA CIENTÍFICA E EXPERIMENTAÇÃO A ALUNOS DE FÍSICA NO 3º ANO DO ENSINO MÉDIO

The use of Niels Bohr's scientific model for the atom as a teaching resource analogous to the study of the electromagnetic spectrum visible to the human eye: allying scientific theory and experimentation to physics students in the 3rd year of high school

Adriana Araújo de Souza Laskowski¹

Fernanda Cristina Borgatto²

Resumo: Neste artigo foi elaborada e apresentada uma sequência didática sobre o estudo do espectro eletromagnético da luz visível ao olho humano na perspectiva de melhorar a aprendizagem deste conteúdo que compõe a temática Eletromagnetismo pelos alunos do 3o ano do Ensino Médio da Educação Básica por meio do Modelo Atômico de Bohr e também como sugestão de abordagem aos professores de Física. O objetivo principal foi aliar a parte teórica deste estudo à experimentação de modo que os alunos usem o Modelo Atômico de Niels Bohr como recurso didático análogo a esse estudo. A sequência didática produzida está fundamentada na BNCC, que valoriza que seja feita uma abordagem na Área das Ciências da Natureza e Suas Tecnologias, da qual o componente de Física faz parte, por meio da valorização da contextualização histórica que envolve a teoria científica com a experimentação, de modo que ajude os alunos a aprofundar e ampliar suas reflexões por meio da mobilização das suas competências específicas e habilidades. Ao término deste trabalho, conclui-se que a conexão criada na sequência didática dos conteúdos de modo que os alunos consigam visualizar a sua aplicabilidade no cotidiano é bastante importante para que o processo de ensino-aprendizagem do conteúdo aqui abordado ganhe traços significativos no sistema cognitivo dos alunos, de modo que consigam compreender que Bohr só conseguiu desvendar os mistérios que envolviam o átomo, porque andou nos ombros de gigantes!

Palavras-chave: Modelo científico de Bohr. Recurso didático. Teoria científica e experimentação.

Abstract: In this Interdisciplinary Practice paper, a proposal for a didactic sequence was prepared and presented on the study of the electromagnetic spectrum of light visible to the human eye in order to improve the learning of this content that make up the theme Electromagnetism by students of the 3rd year of High School Education. Basic through Bohr's Atomic Model and also as a suggestion of approach to Physics teachers. The main objective was to combine the theoretical part of this study with experimentation so that students use Niels Bohr's Atomic Model as a didactic resource analogous to this study. The didactic sequence produced is based on the BNCC, which values an approach in the Area of Natural Sciences and Its Technologies, of which the Physics component is part, through the valorization of the historical contextualization that involves scientific theory with the experimentation, so that it helps students to deepen and broaden their reflections by mobilizing their specific skills and abilities. At the end of this work, it is concluded that the connection created in the didactic sequence of the contents so that the students can visualize its applicability in the daily life is very important so that the teaching-learning process of the content discussed here gains significant traits in the cognitive system. students, so that they can understand that Bohr was only able to unravel the mysteries surrounding the atom, because he walked on the shoulders of giants!

Keywords: Bohr's scientific model. Didactic resource. Scientific theory and experimentation.

¹ Acadêmica do Curso de Licenciatura em Física. E-mail: adrianalaskowski@gmail.com.

² Tutora Externa do Curso de Licenciatura em Física – Polo de Porto União-SC. E-mail: fernandaborgatto@hotmail.com.

Introdução

O conhecimento do campo da Física conhecido como eletromagnetismo surgiu no século XIX impactando diretamente no estilo de vida das pessoas nas mais diferentes sociedades, uma vez que seus estudos unem os conhecimentos sobre fenômenos elétricos e magnéticos, que são desvendados e desenvolvidos ao longo da história, por diferentes cientistas por meio da experimentação, observação e também da estruturação de conceitos que envolvem as teorias formuladas nesse conjunto conhecimentos (SILVA, 2021).

Dentre os conjuntos de conhecimentos científicos que englobam o ensino e a aprendizagem do eletromagnetismo, está o da energia eletromagnética, comumente conhecida como espectro eletromagnético, o qual apresenta subdivisões (ondas de rádio, infravermelho, raios X, ultravioleta (UV), micro-ondas, luz visível) em função do seu comprimento de onda ou frequência (MORAES, 2002). Para desenvolver esta proposta pedagógica de prática interdisciplinar será abordada apenas a subdivisão do espectro eletromagnético da luz visível ao olho humano.

O que se percebe é que mesmo o eletromagnetismo estando tanto tempo presente na sociedade, o seu ensino pelos professores de Física para os alunos do Ensino Médio, enfrenta vários desafios, dentre eles encontram-se o tempo hábil para abordar os conteúdos que compõem essa unidade temática e a grade horária deste componente curricular, que conta apenas com duas aulas semanais, sendo insuficientes para que os educadores na maioria das vezes consigam contemplar o seu ensino.

Além desses desafios, Vieira (2018) comenta que os conceitos relacionados com o estudo do eletromagnetismo têm natureza complexa de difícil visualização e entendimento para a maioria dos alunos da Educação Básica, uma vez que a maior parte dos fenômenos como a carga elétrica, as ondas eletromagnéticas e suas manifestações são abordados utilizando forma abstrata e expressões matemáticas com linguagem complicada para representar e explicar os fenômenos, passando para os educandos uma ideia de ser uma área da Física muito complexa, sendo praticamente impossível a sua aprendizagem.

Contrapondo os desafios, que norteiam o ensino e a aprendizagem da unidade temática de eletromagnetismo, está a sua contemplação na BNCC (Base Nacional Curricular Comum), documento normativo da Educação Básica criado em 2018, que regula e norteia as aprendizagens consideradas essenciais na Área Ciências da Natureza e suas Tecnologias no Ensino Médio, que agrega o estudo do eletromagnetismo no componente curricular de Física nesta etapa do ensino, orientando-o de acordo com as competências específicas e habilidades, dentre as quais se selecionou apenas as que corroboram com o desenvolvimento desta proposta educacional:

(EM13CNT101) HABILIDADE: Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas [...] (BRASIL, 2018, p. 555).

COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 2: Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da vida, da terra e do cosmos para elaborar argumentos, [...] (BRASIL, 2018, p. 557).

(EM13CNT201) HABILIDADE: Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações [...] com as teorias científicas aceitas atualmente (BRASIL, 2018, p. 556).

(EM13CNT204) HABILIDADE: Elaborar explicações, previsões e cálculos [...] com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros) (BRASIL, 2018, p. 557).

COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 3: Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, [...]. (BRASIL, 2018, p. 559).

(EM13CNT301) HABILIDADE: Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica (BRASIL, 2018, p. 558).

(EM13CNT303) HABILIDADE: Interpretar textos de divulgação científica que tratam de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações (BRASIL, 2018, p. 559).

Outro fato a favor da abordagem dos estudos pertinentes ao eletromagnetismo é a comunicação por Luz Visível (VLC), uma das novas tecnologias destinadas a resolver o problema de lotação de frequência, que tem se tornado cada vez mais presente na forma de comunicação ótica sem fio com frequências bem maiores que as comumente utilizadas em dispositivos WiFi, o que possibilita realizar comunicações sem fio com altíssimas velocidades e ainda cooperar com sistemas que usam frequência de rádio (MATHEUS *et al.* 2017).

Neste cenário de inovação tecnológica que permeia o estudo do eletromagnetismo, surgem as lâmpadas de LED³, que estão classificadas nas novas tecnologias de emissão de luz que vêm se tornando cada vez mais populares e acessíveis, devido aos estudos no campo do espectro da luz visível (MATHEUS *et al.* 2017).

Assim, mediante as competências específicas e habilidades da BNCC aqui selecionadas e focadas na parte que contribui com o desenvolvimento da temática proposta, na importância do estudo e a presença cada vez mais significativa dos conhecimentos envolvendo o espectro eletromagnético da luz no cenário tecnológico da sociedade atual, é que este artigo é embasado, buscando desenvolver na fundamentação teórica o conteúdo Espectro Eletromagnético Visível ao Olho Humano a partir da sua relação com os Postulados do Modelo Atômico de Bohr, e assim desenvolver na metodologia uma sequência didática que ajude os alunos a usar esse modelo como recurso para explicar e/ou compreender o experimento: “O que acontece com o espectro eletromagnético visível de 4 LED de diferentes cores ao entrar em contato com um CD⁴?”

A aplicação de atividades experimentais, no ensino de Física, pode ser utilizada como estratégia eficiente, uma vez que favorece a aprendizagem dos conceitos estudado (a parte teórica) de forma prática, levando os alunos a perceberem a relevância do estudo dos conteúdos que compõem o experimento apresentado pelo professor (PREUSSLER; COSTA; MÄHLMANN, 2017).

Diante da relevância do ensino do conteúdo Espectro Eletromagnético Visível ao Olho Humano, que compõe a unidade temática Eletromagnetismo, é que este artigo é elaborado, objetivando unir o conhecimento científico teórico com o experimental por meio de uma sequência didática que possa ser utilizada pelos docentes de Física na Educação Básica e melhorar a aprendizagem dos alunos em relação a este conteúdo.

Além disso, com esta investigação, busca-se englobar os principais estudos científicos do eletromagnetismo desenvolvidos pelos cientistas Isaac Newton, Maxwell, Heinrich Hertz, Max Planck e Albert Einstein, que contribuíram para o desenvolvimento do Modelo Atômico por Niels Bohr, contextualizando historicamente os estudos científicos desenvolvidos, selecionando-os de modo que a parte teórica dê suporte para os alunos compreenderem e desenvolverem a parte experimental.

³ Light Emitting Diode (Diodo Emissor de Luz).

⁴ Compact Disc – Disco Compacto.

Ainda, pretende-se abordar os conteúdos científicos de forma clara e concisa, para que os estudantes se apropriem da linguagem científica presente neste estudo, bem como avaliar a aprendizagem da parte teórica do Conteúdo Espectro Eletromagnético Visível ao Olho Humano por meio da aplicação da prática experimental: “O que acontece com o Espectro Eletromagnético Visível de 4 LEDs de diferentes cores ao entrar em contato com um CD?”

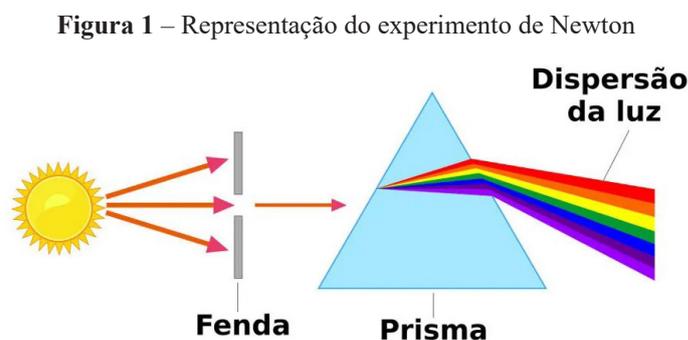
Nesse sentido foi elaborada uma proposta de sequência didática metodológica para abordagem da temática mencionada, que é apresentada ao longo do artigo, e espera-se que tal proposta possa contribuir para que os estudantes possam observar e refletir acerca do experimento, bem como criar uma explicação com base no Modelo Atômico de Bohr e nos conhecimentos científicos desse estudo da Física que foram incorporados nas aulas.

O desenvolvimento do estudo da luz ao eletromagnetismo ao longo da história

De acordo com a BNCC, “a contextualização social, histórica e cultural da ciência e da tecnologia é fundamental para que elas sejam compreendidas como empreendimentos humanos e sociais” (BRASIL, 2018, p. 549). É com este olhar que será desenvolvida a Fundamentação Teórica deste artigo, buscando na literatura os estudos dos cientistas Isaac Newton, Max Planck, Maxwell, Heinrich Hertz e Albert Einstein, que permitiram Niels Bohr elucidar o modelo atômico da energia quantizada, lembrando que

[...] a contextualização histórica não se ocupa apenas da menção a nomes de cientistas e a datas da história da Ciência, mas de apresentar os conhecimentos científicos como construções socialmente produzidas, com seus impasses e contradições, influenciando e sendo influenciadas por condições políticas, econômicas, tecnológicas, ambientais e sociais de cada local, época e cultura (BRASIL, 2018, p. 550).

Nesta perspectiva da contextualização histórica, inicia-se a abordagem a partir do estudo da natureza da luz pela ciência, a qual está intimamente ligada à curiosidade humana em entender como as cores são formadas no nosso mundo, resultando em pesquisas realizadas por diferentes cientistas, mas é a partir dos trabalhos científicos de Isaac Newton, que a compreensão em Óptica ganhou consistência, que observou, por meio do experimento da luz branca (luz do sol), em contato com um prisma, se dividia em cores diferentes (vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, índigo e violeta) lembrando um arco-íris, o qual Newton chamou de *spectrum*, desenvolvendo assim, as teorias sobre a Óptica por meio da experimentação, as quais possibilitaram que criasse seu próprio sistema cromático com a finalidade de aperfeiçoar a compreensão sobre as cores e a luz, escrevendo em 1672 o texto intitulado *A Nova Teoria sobre Luz e Cores*, o qual é considerado um clássico, e em 1704, publicou a 1ª edição do livro *Opticks* (DIAS; OLIVEIRA, 2022) (MARANHÃO, 2017) (RIBEIRO, 2017).



Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/a-dispersao-luz-branca.htm>. Acesso em: 24 jul. 2022.

As ideias de Newton sobre a luz permearam a Física Clássica⁵ ou Mecânica, as quais considerava “a luz como sendo ondas eletromagnéticas que ocupavam o espaço contínuo. Segundo a Física Clássica, nem as partículas podiam possuir propriedades ondulatórias nem as ondas podiam possuir propriedades corpusculares” (DUARTE, 2008, p. 84).

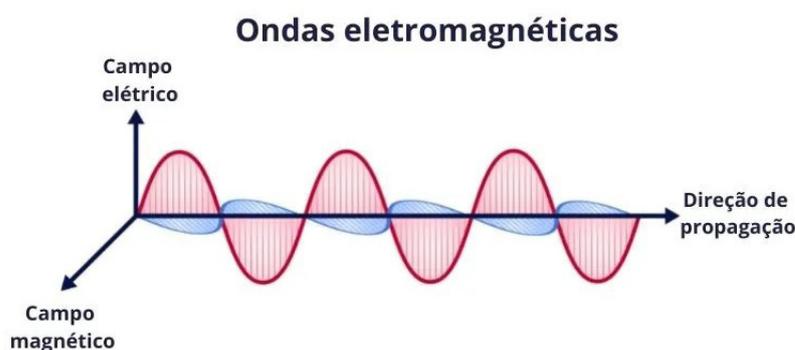
Além de Newton, outros cientistas estudaram ao longo da história a luz e os conceitos conhecidos da Mecânica em suas épocas, elaborando a partir delas novos conceitos relacionados à radiação eletromagnética, definindo-a como cada faixa espectral que interage com a matéria (CASTRO, 2022).

Os artigos científicos consultados para o desenvolvimento deste artigo relatam que quase metade dos anos de 1800 foram usados por vários físicos em numerosos estudos acerca da luz, na tentativa de resolver a seguinte problemática: “como explicar a forma da curva da radiação de um corpo negro?” (DUARTE, 2008, p. 84).

Ao final do século XIX, em 1864, o físico escocês, James Clerk Maxwell, presumia haver uma relação estreita entre os fenômenos luminosos e os eletromagnéticos, e a partir dos conhecimentos da época sobre as teorias que explicavam os fenômenos da eletricidade e do magnetismo, as quais foram sendo reunidas por Maxwell a partir das descobertas já realizada pelos cientistas Ampère, Faraday, Lenz e Gauss, acrescentou a estes estudos a hipótese de que a variação de um campo elétrico poderia produzir um campo magnético induzido, unindo-as de modo a incorporá-las à Óptica criando dentro da Física, o que foi uma contribuição fundamental para uma nova teoria denominada eletromagnetismo, na qual Maxwell resumiu em um conjunto de equações que foram nomeadas de *As Quatro Equações de Maxwell do Eletromagnetismo* (DUARTE, 2008) (NETO, 2019) (SIQUEIRA, 2021).

Segundo essas as quatro equações de Maxwell, “um campo magnético variável produz um campo elétrico induzido, assim como um campo elétrico variável produz um campo magnético induzido. Por esse raciocínio, podemos ter ideia de como as ondas eletromagnéticas são geradas” (SIQUEIRA, 2021, p. 93587).

Figura 2 – Representação do campo eletromagnético



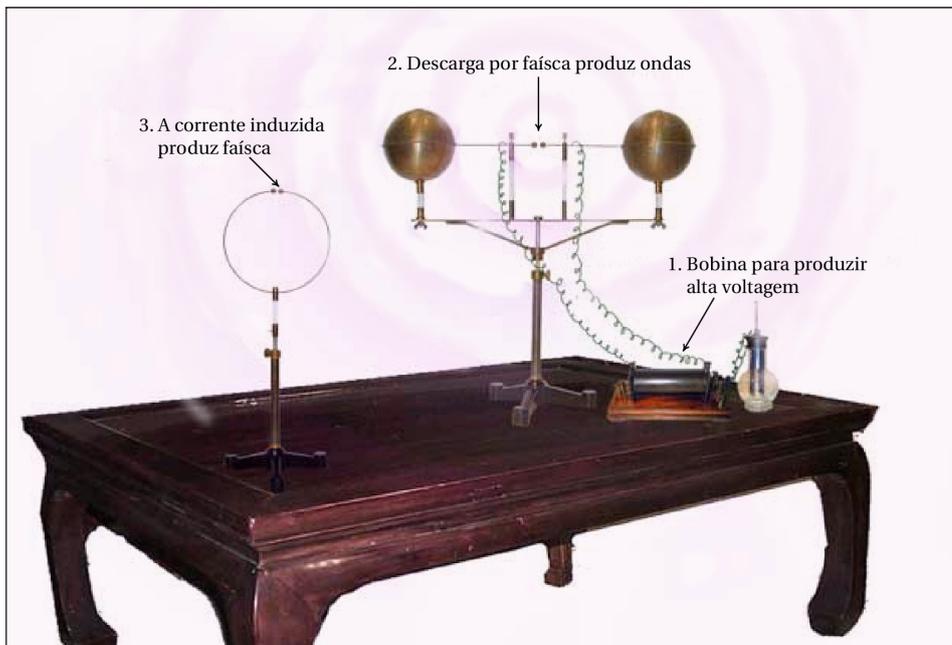
FONTE: <https://www.preparaenem.com/fisica/as-ondas-eletromagneticas.htm>. Acesso em: 24 jul. 2022.

Em 1888, realizando vários experimentos considerando os estudos de Maxwell, o físico alemão Heinrich Rudolf Hertz, conseguiu por meio da produção e detecção dos campos eletromagnéticos, a confirmação da existência de ondas eletromagnéticas o lhe permitiu fornecer

⁵ É a parte da Física que envolve o estudo dos fenômenos que ocorrem em escalas macroscópicas, como movimento dos astros e projéteis, funcionamento de máquinas térmicas, acústica, óptica geométrica, hidrostática, eletrostática, eletrodinâmica clássica etc.

duas colaborações muito importante para o desenvolvimento da teoria de campo: a primeira reporta à propagação das ondas eletromagnéticas e a segunda contém uma reformulação radical da estrutura conceitual das equações de campo tal como propostas por Maxwell no Tratado, marcando deste modo o final da teoria corpuscular da luz, de Newton e Descartes (DUARTE, 2008) (VIDEIRA, 2013).

Figura 3 – Representação do campo eletromagnético



FONTE: <https://www.preparaenem.com/fisica/as-ondas-eletromagneticas.htm>. Acesso em: 24 jul. 2022.

Assim, de acordo com Videira (2013), o surgimento do conceito de campo resultante destes estudos no século XIX, é um dos principais responsáveis pelo enfraquecimento dessa visão de mundo mecanicista, onde a ciência Física procurava descrever ou explicar todos os fenômenos (elétricos, magnéticos e os do calor) que ocorrem na natureza por meio da ação, ou seja, principalmente do choque entre as partículas materiais em movimento.

O modelo atômico de Bohr: contribuições dos estudos sobre a energia de Max Planck aos espectros de linhas dos elementos

A Física Clássica não conseguia explicar fenômenos relacionados à matéria em nível atômico, os quais muitas vezes não são percebidos pelos nossos sentidos, sendo que algumas vezes, apresentam repercussões macroscópicas significativas; assim diante desta realidade, em 1900, Max Karl Ernest Ludwig Planck, na reunião da Sociedade Alemã de Física, realizada em 14 de dezembro, por meio do artigo intitulado: *Sobre a Teoria da Lei de Distribuição de Energia do Espectro Normal*, postulou que a ocorrência da troca de energia no interior da cavidade do corpo negro⁶, significa que os elétrons presente na parede da sua cavidade trocam energia de forma quantizada, isto é, a troca energética se dá através de múltiplos inteiros de um “quantum”⁷ de energia (NETO, 2019); (GRIEBELER, 2012).

⁶ Na Física, qualquer objeto que absorve toda a radiação eletromagnética que nele incide: nenhuma luz o atravessa e nem é refletida.

Assim, essa proposta apresentada por Planck apresenta que a energia, que vinha sendo estudada pela ciência como algo contínuo, macroscópica e onde sua oscilação não estabelece nenhuma relação com a sua frequência, deve ser pensada em uma escala atômica contendo pequenos “pacotes” indivisíveis, o que explicava a obtenção da distribuição do espectro nos experimentos com a radiação térmica, o que era até então, inteiramente incompatível com os conceitos Física Clássica (GRIEBELER, 2012). Segundo Neto (2019, p. 24),

A solução obtida por Planck para solucionar o problema do espectro de radiação do corpo negro, sugerindo que a energia só poderia assumir valores discretos, pode parecer muito estranho se analisarmos esses resultados com exemplos do mundo macroscópico (o mundo que nos é visível). Afinal de contas, em nossos experimentos já conhecidos a energia pode assumir valores contínuos. Entretanto, devemos ficar atentos ao fato de que a constante de Planck é da ordem de 10^{-34} . Em outras palavras, essa quantização é consideravelmente observada no mundo microscópico.

No ano de 1905, Albert Einstein estava às voltas com o dualismo estranho entre a mecânica (partículas) e o eletromagnetismo (campos) clássico, o que se tornou o seu ponto de partida para apresentar o artigo intitulado: *Sobre um Ponto de Vista heurístico a respeito da Produção e Transformação da Luz* (SANTOS, 2020).

De acordo com Erberhardt *et al.* (2017, p. 931), “Einstein elaborou uma teoria que incluía o entendimento da luz como sendo constituída por feixes de unidades de energia independentes que ele denominou light quanta”, ou seja, segundo a sua proposta

[...] a radiação eletromagnética é quantizada. A quantidade de luz é chamada hoje de fóton. Segundo Einstein, um quantum de luz de frequência f tem uma energia dada por $E = h \times f$, onde h é a chamada constante de Planck, com valor de $h = 6,63 \times 10^{-34}$ J.s = $4,14 \times 10^{-15}$ eV.s. (CASTRO, 2022, p.4).

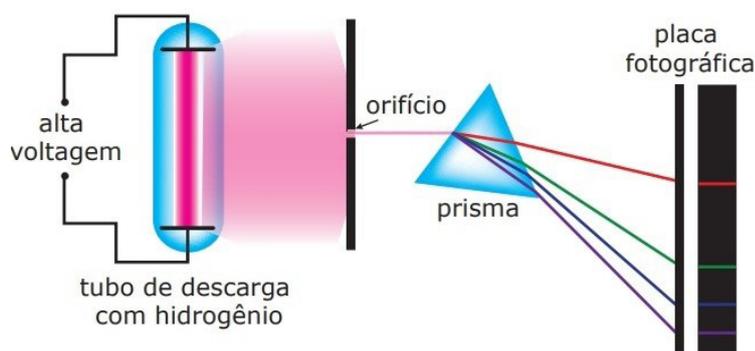
A radiação eletromagnética é formada pelo conjunto de espectro eletromagnético ou espectro da luz, que serve para medir as ondas da radiação proveniente de uma fonte de luz. (DIAS; OLIVEIRA, 2022). Segundo Leite e Prado (2012, p. 2),

O espectro de radiação eletromagnética é o conjunto de ondas eletromagnéticas de todas as frequências possíveis. Ondas eletromagnéticas são ondas caracterizadas pela oscilação de campos elétricos e magnéticos. Pode-se dizer que as diversas faixas do espectro eletromagnético são diferenciadas, no vácuo, apenas por suas frequências (ou comprimentos de onda).

Passados um pouco mais de uma década, em julho 1913, o físico dinamarquês, Niels Henrik David Bohr, iniciou a publicação da reverenciada trilogia: “Sobre a constituição de átomos e moléculas”, no Philosophical Magazine, a partir dos estudos sobre o comportamento da matéria explicada com base nos conhecimentos sobre os átomos realizados até o momento – o Modelo Atômico vigente era o Modelo de Rutherford – e levando em conta as regras de quantização proposta por Planck e alguns aspectos da Física Clássica, conseguiu criar um modelo para explicar o espectro de emissão do átomo de hidrogênio, focando nestes estudos a dinâmica, distribuição, propriedades dos elétrons etc. (GRIEBELER, 2012); (LOPES, 2009).

⁷ Cada “quantum” de energia foi definido como $E = hf$, onde f é a frequência da radiação e h é uma constante universal que ficou conhecida como constante de Planck e vale $6,63 \times 10^{-34}$ J.s.

Figura 4 – Representação do campo eletromagnético



FONTE: <http://edinamarquimica.blogspot.com/p/modulo-i-modelo-de-subniveis-de-energia.html>. Acesso em: 24 jul. 2022.

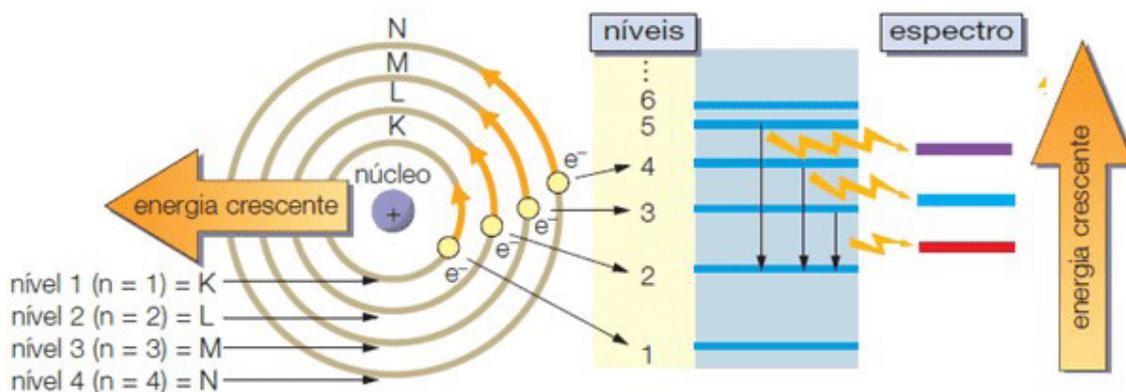
O que consta na literatura é que foi neste momento em que Bohr

[...] apresentou o principal sustentáculo experimental de sua teoria – os espectros de linhas – além disso, podemos perceber a utilização do adjetivo – simples - para qualificar o trabalho que ele desenvolveu ao vincular estrutura atômica, teoria de Planck e leis dos espectros de linha, como uma possível comparação com a complexidade de outras teorias [...] (LOPES, 2009, p. 129).

Em 1915, Bohr, publicou um artigo de revisão com os seguintes postulados:

(i) O elétron nos átomos hidrogenares move-se em uma órbita circular em torno do núcleo sob a ação da força de Coulomb entre cargas puntiformes e obedece às leis da mecânica clássica (leis do movimento de Newton). (ii) O elétron pode descrever somente certas órbitas circulares (os estados estacionários) para as quais o momento angular é quantizado de acordo com $L = m_e v r = n \hbar / 2\pi = n \hbar$, onde $n = 1, 2, 3, \dots$, e \hbar é a constante de Planck. A constante $\hbar = h / (2\pi)$ é chamada de constante de Planck reduzida. (iii) Nas órbitas circulares permitidas, não há perda de energia por emissão de radiação (isto está fundamentado no fato experimental de que os átomos existem e são, com exceções, estáveis). (iv) A radiação eletromagnética é emitida (ou absorvida) quando o elétron troca de órbita de forma descontínua (o salto quântico). A frequência da radiação emitida ou absorvida é proporcional à diferença da energia associada com cada órbita $E_f - E_i = h \nu$ (PARENTE; TORT, 2014, p. 1-2).

Figura 5 – O átomo de hidrogênio aplicado ao modelo atômico de Bohr



FONTE: <https://querobolsa.com.br/enem/quimica/modelo-atomico-de-bohr>. Acesso em: 24 jul. 2022.

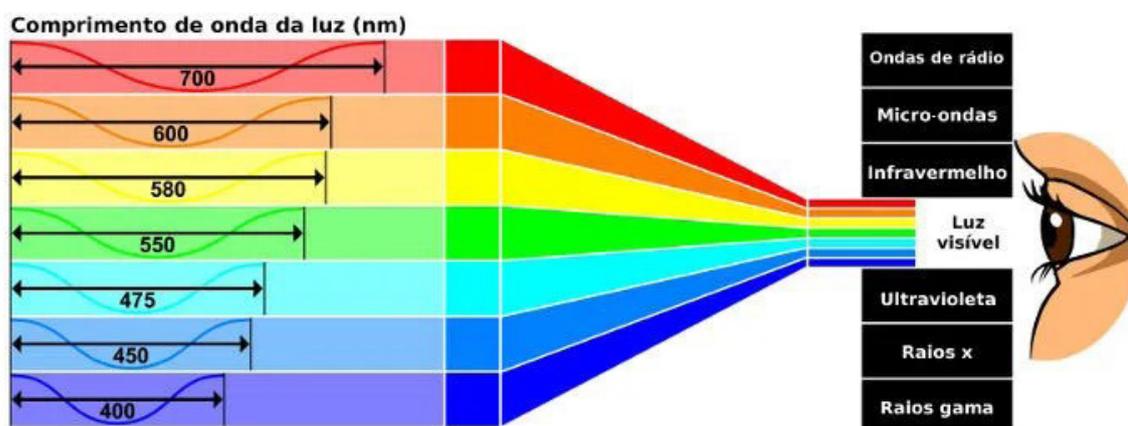
Em outras palavras, pode-se dizer que a partir da escolha de Bohr pelo estudo do modelo de Rutherford, da teoria de Planck, considerando para tal as questões que envolviam a dimensão do átomo e dos seus respectivos espectros de emissão, permitiu que Bohr desenvolvesse seus argumentos científicos considerando que não há radiação de energia, ou seja, o que se observa neste caso, são órbitas elípticas estacionárias nas quais os elétrons se movimentam e, portanto, afirma a teoria da radiação de Planck, segundo a qual em um sistema atômico a irradiação de energia não ocorre de maneira contínua, como o esperado segundo os conceitos da eletrodinâmica clássica (LOPES, 2009).

De acordo com Parente e Tort (2014, p. 2), “Este modo de apresentar o modelo de Bohr é perfeitamente válido e pedagogicamente mais apropriado no ensino básico universitário das diversas engenharias e cursos de Física, Matemática, Química e das Ciências da Terra...”, no entanto, diante das organizações dos conteúdos apresentadas neste artigo, esta temática mostra-se promissora quanto a sua abordagem e aprendizagem no contexto educacional do Ensino Médio da Educação Básica a partir do componente curricular de Física.

A luz visível emitida pela fonte artificial de luz LED

A radiação eletromagnética que é composta pelos comprimentos de onda entre 400nm e ± 780 nm, correspondem ao espectro eletromagnético da luz visível ao olho humano. (CASTRO, 2022).

Figura 6 – Espectro eletromagnético e a luz visível ao olho humano



FONTE: <https://brasilescola.uol.com.br/fisica/espectro-eletromagnetico.htm>. Acesso em: 24 jul. 2022.

Bueno, (2012, p. 1) comenta que

O processo de visão humana consiste na recepção da luz (radiação eletromagnética na faixa de comprimento de onda visível para nós) pelo olho e o envio da informação obtida pela retina para a interpretação pelo cérebro. A visão não é um fenômeno apenas óptico físico e envolve a relação biofísica entre a luz e a estrutura biológica do olho constituída pela córnea, a íris, o cristalino e a retina. O olho funciona como uma câmera fotográfica que capta as imagens e as envia, por meio do nervo óptico, para a região posterior (occipital) do cérebro, onde os estímulos visíveis são transformados nas imagens como nós as vemos.

As radiações que não estão compreendidas nessa região do espectro visível, poderão ser percebidas somente por via experimental, usando para tal dispositivos fotossensíveis. (LIMA, 2020).

Como o estudo das cores se relaciona com os estudos dos diferentes comprimentos de onda do espectro eletromagnético, pode-se dizer que as cores podem ser consideradas como luz, uma vez que “a cor branca resulta da sobreposição de todas as cores primárias (vermelho, verde e azul), [...] já a luz branca pode ser decomposta em todas as cores (o espectro visível) por meio de um prisma” (PINHEIRO *et al.*, 2014, p. 72).

Neste paradigma envolvendo cor, espectro eletromagnético e dispositivos fotossensíveis encontram-se o dispositivo de luz artificial lâmpada de LED e a mídia de gravação de áudio e/ou vídeo CD (*Compact Disc*).

A fonte de luz artificial LED é formada por junções de materiais semicondutores, os quais quando são submetidos a uma diferença de potencial, gera luminescência, sendo que o “seu espectro de emissão possui uma largura de banda mais estreita que a das fontes térmicas, e, por isso, são utilizados em casos onde há necessidade de maior seletividade da radiação a ser estudada” (MICHA *et al.*, 2011, p. 3).

Já a mídia de gravação CD possui em sua superfície a codificação de dados digitais, em que as trilhas são muito estreitas e comprimidas, possuindo na sua extensão sulcos⁸, os quais determinam a capacidade de armazenamento desse tipo de mídia e também as cores de dispersão em certos ângulos da luz que incide na sua superfície (LIMA, 2020).

Existe três características distintas em que as lâmpadas de LED podem ser classificadas; no entanto, para compor a proposta deste artigo, usaremos os dados referentes à classificação dos LED de alto brilho, os quais “são encapsulados em resina epóxi transparente, com uma lente concentradora integrada em seu corpo. São utilizados em semáforos, sistemas de iluminação de emergência etc.” (PINHEIRO *et al.*, 2014, p. 63).

Figura 7 – Led de alto brilho nas cores branco, azul, verde e vermelho



FONTE: <https://www.mundodaeletrica.com.br/o-que-e-um-led/>. Acesso em: 25 jul. 2022.

Pensar que as lâmpadas de LED de alto brilho é uma tecnologia resultante da construção vários conhecimentos científicos que foram se consolidando ao longo da história, é ao mesmo tempo pensar na grandeza de informações científicas que envolvem o ensino e a aprendizagem do campo da Física Eletromagnetismo no contexto educacional das turmas do 3º ano do Ensino Médio da Educação Básica. Assim, para que os alunos consigam “visualizar” toda esta grandeza

⁸ Pequenas depressões ou ranhuras em formato de espiral.

que permeia a construção histórica do seu conhecimento científico, é necessário que o professor deste componente curricular, articule métodos didáticos a parte teórica. É nesta perspectiva que neste artigo, sugere-se a articulação da teoria estudada nos conteúdos do eletromagnetismo que compõem a construção do Modelo Atômico de Bohr e a experimentação.

A experimentação e a ciência Física no Ensino Médio

No ensino de Física, os alunos apresentam dificuldades em relacionar a teoria estudada nas aulas com a realidade a sua volta, uma vez que este processo compreende uma série de analogias e inferências fundamentais à abstração das leis científicas, o que de acordo com Freire, para que haja por parte dos alunos uma compreensão da teoria é preciso experienciá-la, ou seja, a experimentação é uma ferramenta intrínseca que ajuda os alunos a melhor relacionar a teoria com situações e/ou objetos presentes no seu cotidiano (BATISTA; FUSINATO; BLINI, 2009). Segundo Preussler, Costa e Mählmann, (2017, p. 3),

A experimentação é uma alternativa para facilitar o desenvolvimento da curiosidade, do hábito de questionar e evita que as ciências sejam interpretadas como algo inerte e inquestionável, sendo indispensável para o desenvolvimento das competências em física e proporcionando ao aluno uma garantia de construção do conhecimento.

De acordo com as orientações da BNCC, no componente curricular de Física, que compõe a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o Ensino Médio, devem ser contempladas análises, investigações, comparações e avaliações, que podem ser desenvolvidas por meio de atividades envolvendo procedimentos de investigação, a fim de proporcionar aos alunos a complementação desses procedimentos, uma vez que eles já vêm sendo introduzidos no Ensino Fundamental, de modo a expor principalmente as experimentações e análises de cunho qualitativas e quantitativas que envolvam situações-problema (BRASIL, 2018).

Pensando o percurso metodológico

As dificuldades dos alunos do Ensino Médio em aprender os conteúdos de Física, já não é mais uma novidade, uma vez que todos os artigos científicos publicados na área da educação apresentam esta realidade das escolas brasileiras e a partir deste anseio novas propostas metodológicas para que a aprendizagem dos conteúdos seja alcançada pelos alunos.

Assim, estando ciente de que a aprendizagem dos conteúdos do componente curricular Física para o Ensino Médio é encarada pelos alunos como um desafio, que se busca organizar o estudo do conteúdo espectro eletromagnético da luz visível que compõe a temática eletromagnetismo, por meio da união entre a parte teórica do conteúdo com a parte experimental, de modo que por meio de uma sequência histórica dos estudos realizados pelos principais cientistas que contribuíram para que o cientista Niels Bohr desenvolvesse o novo Modelo Atômico, uma vez que este modelo possibilitou boas explicações para compreender os fenômenos naturais, principalmente, os que envolvem aspectos elétricos e magnéticos.

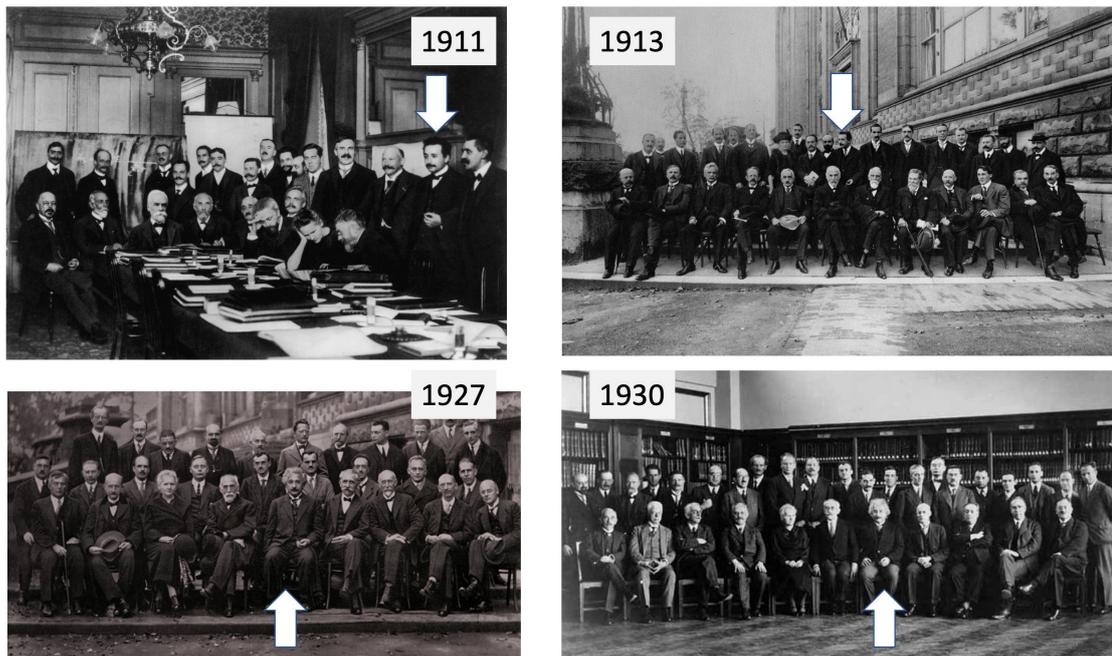
Para que os alunos do 3º ano do Ensino Médio se apropriem do conhecimento que envolve o estudo do espectro eletromagnético da luz visível ao olho humano, sugere-se aos professores de Física, as seguintes etapas, em destaque no Quadro 1:

Quadro 1 – Proposta metodológica para abordagem do tema
“Espectro eletromagnético da luz visível ao olho humano”

<p>1ª Etapa: Abordagem sobre Isaac Newton e seus estudos sobre cores e luz. Tempo necessário: 2 aulas.</p>
<p>Sugestão: Organizar a turma em grupos de no máximo 4 estudantes e entregar o artigo científico: “A Teoria das Cores de Newton: Um Exemplo do Uso da História da Ciência em Sala de Aula” (Disponível em: https://www.scielo.br/j/ciedu/a/fMnd6zxXqG8mhHrYq45SLhs/?lang=pt&format=pdf, para leitura e discussão, seguido da resposta às questões:</p> <ol style="list-style-type: none">Vocês consideram conhecer a História da ciência que envolve o estudo dos conteúdos da Física? Justifiquem.Vocês já haviam pensado sobre as cores e sobre a sua relação com a luz?Pesquise: quantos anos tinha Newton quando divulgou este estudo?Pesquise: qual é o contexto histórico em que Isaac Newton vivia quando divulgou este estudo?O que mais chamou a atenção de vocês no experimento realizado por Isaac Newton? Façam um desenho representando o que Isaac Newton viu ao realizar o experimento.Em quais setores sociais e/ou tecnologias da atualidade, vocês acham que se beneficiam deste estudo feito por Isaac Newton?Escreva as palavras ou trechos do artigo científico que vocês não compreenderam. Na opinião de vocês, qual é o motivo da não compreensão das palavras ou trechos? <p>Quando todos os grupos tiverem respondido, o professor deve fazer um grande grupo e ir organizando o debate em torno das perguntas, sendo que para a última questão o professor deve escrever as respostas dos grupos no quadro e após fazer a explicação.</p>
<p>2ª Etapa: Abordagem dos estudos envolvendo o espectro eletromagnético da luz pelos cientistas Maxwell, Heinrich Hertz, Max Planck e Albert Einstein, mostrando para os alunos que existe uma sequência dos estudos, informando na abordagem que houve elaboração de fórmulas e de cálculos matemáticos, mas que no momento será abordado a teoria em seu contexto histórico. Tempo necessário: 2 aulas.</p>
<p>Nesta etapa, a sugestão é que a partir de um trecho do livro intitulado “O Cosmo de Einstein”⁹, especificamente das páginas 138-145, o professor vá fazendo a abordagem, trazendo para o debate com os alunos a foto da VI Conferência de Solvay, bem como outras imagens que julgar pertinente ao desenvolvimento desta proposta.</p>

⁹ KAKU, M. O cosmo de Einstein. São Paulo: Companhia das Letras, 2005. p. 138-145.

Figura 8: Cientistas que participaram das conferências de Solvay



FONTE: <https://estadodaarte.estadao.com.br/category/ciencias/feed/>. Disponível em: 26 jul. 2022.

3ª Etapa: O desenvolvimento do Modelo Atômico de acordo com os Estudos de Niels Bohr. Tempo necessário 1 aula.

Para abordar esta etapa, sugere-se que o professor apresente slides contendo conceitos e imagens para desenvolver abordagem. Como sugestão para ajudar, o professor na elaboração dos slides, utilizar as páginas 273 a 276 do livro Física volume 3¹⁰, que traz uma abordagem que contempla a proposta deste artigo. Para o final da aula, sugere-se que o professor passe o vídeo “Modelo Atômico de Rutherford-Bohr e os Fogos de Artifício? Entenda!” Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=AS8C-rHomB0>.

4ª Etapa: Lâmpadas de LEDs.
Tempo necessário: 1 aula.

Entregar para os alunos a reportagem “Ciência, luz e vida: núcleo aprimora uso de lâmpadas LED e estuda nova conexão à internet” – impressa ou o seu link para os alunos, disponível no link: <https://www.ufjf.br/arquivodenoticias/2015/10/ciencia-luz-e-vida-nucleo-aprimora-uso-de-lampadas-led-e-estuda-nova-conexao-a-internet/>.

Neste momento é importante que o professor entregue as seguintes perguntas para os alunos:

- Na sua opinião, qual parte do conteúdo estudado mais se relaciona com a reportagem? Justifique.
- Em qual parte do estudo realizado nas aulas 1, 2, 3 e 4, fez mais sentido para você? Justifique.
- Após os estudos realizados nas aulas 1, 2, 3 e 4, como você considera o trabalho dos cientistas e o que os estudos que eles realizam implicam na sua vida? Justifique ambas as respostas.
- Escreva um resumo dos conteúdos estudados nas aulas 1, 2, 3 e 4 contendo os conceitos científicos que você considera que é importante para entregar para o professor.

¹⁰ ARTUSO, A. R.; WRUBLEWSKI, M. Física. v. 3, Manual do Professor. Editora Positivo, Curitiba, 2013.

5ª Etapa: Como o olho humano enxerga.

Tempo de duração: 2 aulas.

Organizar os alunos em grupos com 4 componentes e entregar a reportagem “Como Funciona o Olho Humano?”, da Revista SuperInteressante (Disponível em: <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/como-funciona-o-olho-humano/>).

Após a leitura do texto, cada grupo deve acessar a simulação interativa do phet colorado “Visão e Cor”, (Disponível no link https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/color-vision/activities), para finalizar esta parte do conteúdo, o professor deve entregar uma cartolina onde os alunos serão orientados a elaborar um cartaz que responda à pergunta: “Por que o olho humano enxerga as cores?”

Esta é uma aula com uma temática interdisciplinar, quando o professor de Física pode pedir a colaboração com o professor de Biologia para ajudar os alunos na elaboração do cartaz.

6ª Etapa: Aplicação da prática experimental: “O que acontece com o Espectro Eletromagnético Visível de LED de diferentes cores ao entrar em contato com um CD?”

Tempo de duração: 1 aula

Considerando as informações acerca da cor, da luz branca e dos conceitos que permeiam o seu estudo, bem como os conhecimentos acerca do espectro eletromagnético, os quais embasaram, dentre outros estudos, o desenvolvimento do Modelo Atômico de Bohr, sugere-se neste artigo, a montagem experimental para estudar a dispersão luminosa, ou seja, o espectro eletromagnético das lâmpadas de LED de 5mm nas cores vermelho, verde, azul e branco em contato com um CD (que pode ser usado ou novo) que funcionará como uma rede de difração. Este experimento pode ser feito em sala de aula e é uma adaptação do experimento intitulado “Espectro de LED Coloridos na sua Mão” do professor Alfredo Mateus (disponível em: <https://www.xciencia.org/2022/03/02/espectros-de-leds-coloridos-na-sua-mao/>). A adaptação sugerida aqui é usar como rede de difração CD (pode ser usado ou novo) e as lâmpadas de LED de 5mm; os demais materiais são os mesmos do experimento do professor Alfredo Mateus.

Nesta última etapa da implementação didática, sugere-se dividir a turma em grupos de no máximo 4 componentes, entregando para cada um dos grupos formados os materiais para a montagem do experimento; após os alunos montarem e observarem o que acontece no CD ao entrar em contato com as luzes emitidas pelo LED, entregar para os grupos as questões, as quais devem ser respondidas e entregues ao professor para avaliação:

- a) Qual a parte do experimento permite estudar a luz das lâmpadas de LED? O que acontece com a luz das lâmpadas de LED ao entrar em contato com esta parte do experimento?
- b) Qual é o nome científico da emissão de luz pelas lâmpadas de LED?
- c) Além da cor, o que se observa de diferente neste experimento em relação à luz das lâmpadas de LED?
- d) Use o Modelo Atômico de Bohr para explicar o que acontece com cada uma das lâmpadas de LED usadas no experimento ao serem ligadas a uma fonte de energia e a sua luz entrar em contato com o CD.

FONTE: as autoras

Resultados e discussões

Ao longo da realização da pesquisa na literatura para o desenvolvimento deste artigo, ficou evidente quanto a temática da Física Eletromagnetismo, em especial do seu conteúdo espectro eletromagnético da luz visível ao olho humano é complexa, uma vez que os estudos realizados pelos cientistas aqui abordados são resultado dos estudos e conclusões de outros cientistas, os quais na maioria das vezes não são citados nos livros didáticos do Ensino Médio da Educação Básica.

Devido a este “emaranhado” de estudos, a seleção e elaboração da sequência didática sobre os estudos realizados envolvendo o fenômeno do espectro eletromagnético da luz visível ao olho humano, bem como incluir neste conjunto de conhecimentos científicos o uso do Modelo Atômico de Bohr como um recurso didático análogo a este estudo, partindo da ideia de que ele pode ser usado pelos alunos que estão cursando o 3º ano do Ensino Médio para entender e explicar este fenômeno da luz, apresentou-se por diversas vezes em um desafio, já que esta construção didática envolve o trabalho de vários cientistas, os quais nem sempre estudaram o fenômeno juntos, seja por estarem em épocas diferentes ou pelo simples fato de cada qual querer fornecer a “verdade” na ciência a partir das suas concepções vigentes.

Nesse sentido, é importante salientar para os professores de Física que desejarem aplicar esta sequência didática, faz-se necessário ter em mente que a sua abordagem não rejeita a parte das fórmulas e cálculos matemáticos e que, portanto, deve ser deixado claro para os alunos que elas existem, mas que nesse nível do ensino da Física em que se encontram, o objetivo é levá-los a compreender por meio do estudo deste componente curricular a sua contextualização histórica, a fim de que aprendam a dinâmica da construção do conhecimento científico por meio da comparação de distintas explicações científicas propostas em diferentes épocas e culturas e do reconhecimento dos limites explicativos das ciências, explicando que os cálculos referentes aos conteúdos estudados serão abordados oportunamente – caso queiram se aprofundar – nos cursos universitários ou técnicos que envolvam o estudo do espectro eletromagnético da luz (BRASIL, 2018).

Assim, com o desenvolvimento desta proposta de artigo envolvendo o Ensino da Física para o Ensino Médio da Educação Básica, espera-se que a proposta didática pautada em uma abordagem contextualizada da parte teórica do Modelo Atômico de Bohr e aliada à experimentação do Espectro Eletromagnético da Luz Visível ao Olho Humano, possa fornecer subsídios para que os professores de Física consigam mostrar aos alunos do 3º ano, o surgimento de novos estudos e conseqüentemente de novos modelos ao longo do desenvolvimento da história científica do Eletromagnetismo – como no caso das lâmpadas de LED, as quais vêm sendo cada vez mais adaptadas às necessidades tecnológicas, bem como consigam por meio desta proposta instigar nos alunos a sua curiosidade, a perceberem a importância da observação na experimentação e também a pensar e a questionar e questionar-se sobre os conhecimentos científicos que norteiam a experiência, de modo que possam aplicar na elaboração da sua explicação dos resultados observados, os conceitos científicos aprendidos.

É a partir destas considerações acerca do que se espera com a aprendizagem dos alunos, que as seis etapas foram elaboradas no percurso metodológico, com o objetivo de auxiliar o professor de Física não apenas na abordagem do conteúdo aqui proposto, mas também para ajudá-lo a perceber em cada uma das etapas, como os alunos vão construindo a sua aprendizagem sobre a decomposição do espectro visível da luz ao olho humano, bem como estes interpretam e usam o Modelo Atômico de Bohr como recurso didático à aprendizagem, uma vez que se trata de um modelo científico que é análogo ao conteúdo em estudo, fato que o torna uma ferramenta que pode ser usado para explicar o experimento sobre as cores das lâmpadas de LED vistas na sua dispersão ao entrar em contato com o CD.

Considerações finais

A proposta didática deste artigo norteia a compreensão de que todos os estudos dos cientistas envolvendo o fenômeno da luz e que foram aqui citados são pautados em evidências científicas, que ao aliar a parte teórica à experimentação a partir da contextualização, ajuda os alunos a intensificarem uma melhor compreensão do mundo real. Observa-se também que a parte teórica e a parte prática quando abordadas desta forma, complementam-se e materializam-se de forma harmoniosa com a proposta das competências específicas e habilidades apresentadas na BNCC para as áreas que compõem as Ciências da Natureza e suas Tecnologias no Ensino Médio, uma vez que a aprendizagem dos conhecimentos científicos foram e ainda continuam sendo construídos ao longo da história.

Assim, espera-se que a partir da construção desta proposta didática de abordagem contextualizada da parte teórica aliada à experimentação, dar subsídios para que os professores de Física consigam mostrar aos alunos o surgimento de novos estudos e conseqüentemente de novos modelos ao longo do desenvolvimento da história científica do eletromagnetismo – como no caso das lâmpadas de LED, as quais vêm sendo cada vez mais adaptadas às necessidades tecnológicas, bem como consiga instigar nos alunos a terem curiosidade, a perceberem importância da observação na experimentação e também a pensar e o questionar diante do que ocorre na experiência, de modo que possam aplicar na elaboração da sua explicação dos resultados observados, os conceitos científicos aprendidos.

Ao término deste artigo, conclui-se que a conexão criada na sequência didática dos conteúdos de modo que os alunos consigam visualizar a sua aplicabilidade no cotidiano é bastante importante para que o processo de ensino-aprendizagem do conteúdo aqui abordado ganhe traços significativos no sistema cognitivo dos alunos, de modo que consigam compreender que *Bohr só conseguiu desvendar os mistérios que envolviam o átomo, porque andou nos ombros de gigantes!*¹¹

Referências

BATISTA, M. C.; FUSINATO, P. A.; BLINI, R. B. Reflexões sobre a importância da experimentação no ensino de física. *Acta Scientiarum. Human and Social Sciences*, v. 31, n. 1, p. 43-49, 2009.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 5 nov. 2022.

CASTRO, P. A. A. de. **O espectro eletromagnético e as interações de cada faixa espectral com a matéria**. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/mod/resource/view.php?id=957513#:~:text=4%2C%20Dezembro%2C%201998>. Acesso em: 21 jul. 2022.

BUENO, A. B. C. **Ótica e a visão humana**. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas – Campus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, para obtenção do grau de Licenciado em Física. Rio Claro, SP, 2012, 60 f.

¹¹ Metáfora feita pelo cientista Isaac Newton adaptada aqui ao estudo realizado.

DIAS, R. da S.; OLIVEIRA, A. F. Uma revisão das investigações históricas sobre a luz e a compreensão das cores. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, [S.l.], v. 11, n. 6, p. e0211628383, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i6.28383. Disponível em: <https://rsdjournal.Org/index.php/rsd/article/view/28383>. Acesso em: 21 jul. 2022.

DUARTE, M. do R. da S. **A abordagem da física moderna no ensino secundário- as bases da teoria quântica e da estrutura atômica**. 2008. Tese de Doutorado. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra – FCTUC, Departamento de Mestrado em Ensino da Física e da Química, 2008, 186 f.

EBERHARDT, D. *et al.* Experimentação no ensino de física moderna: efeito fotoelétrico com lâmpada Néon e LEDs. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 3, p. 928-950, dez. 2017.

GRIEBELER, A. **Inserção de tópicos de física quântica no ensino médio através de uma unidade de ensino potencialmente significativa**. 2012. Dissertação de Mestrado apresentada no programa de pós-graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. 2012, 135f.

LEITE, D. de O.; PRADO, R. J. Espectroscopia no infravermelho: uma apresentação para o ensino médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 2, 2012.

LOPES, C. V. M. **Modelos atômicos no início do século XX: da física clássica à introdução da teoria quântica**. 2009. Tese apresentada à Banca Examinadora da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, como exigência parcial para obtenção do título de Doutor em História da Ciência 2009. 185 f.

LIMA, J. F. de *et al.* **O laser e os conceitos de polarização e efeito fotoelétrico em uma abordagem significativa no ensino médio**. 2020. Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. Volta Redonda, 2020, 199 f.

MARANHÃO, R. de A. História da teoria das cores: uma leitura filosófica, artística e física de Pitágoras a Isaac Newton. **IV Congresso Nacional de Educação – CONEDU**. 15 a 18 de novembro de 2017.

MATEUS, A. L. M. L. **Espectros de LEDs coloridos na sua mão**. X Ciência, Ciência com Queijo. 2 de março de 2022. Disponível em: <https://www.xciencia.org/2022/03/02/espectros-de-leds-coloridos-na-sua-mao/>. Acesso em: 21 jul. 2022.

MATHEUS, L. E. *et al.* Cap. 6. **Comunicação por luz visível: conceito, aplicações e desafios**. Março de 2017. Disponível em: <http://netlab.ice.ufjf.br/publications/2017/sbrclui2017.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2022.

MICHA, D. N. *et al.* Vendo o invisível: experimentos de visualização do infravermelho feitos com materiais simples e de baixo custo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 1, 2011.

MORAES, E. C. de. Cap. 1. **Fundamentos de sensoriamento remoto**. Ministério da Ciência e da Tecnologia, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, São José dos Campos, 2002.

NETO, J. V. de O. **As aplicações da física quântica no cotidiano**: uma análise dos livros de física do ensino médio. Trabalho de Conclusão apresentado à Coordenação do Curso, como requisito à obtenção do título de Licenciada em Física, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte Campus Santa Cruz, 2019. 72 f.

PARENTE, F. A. G.; DOS SANTOS, A. C. F.; TORT, A. C. O átomo de Bohr no ensino médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 36, n. 1, 2014.

PINHEIRO, L. C. S. *et al.* Uso de diodos emissores de luz (LED) de potência em laboratório de óptica+. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 1, 2014.

PREUSSLER, V. V.; COSTA, C. D. S. da; MÄHLMANN, M. C. A importância da experimentação no ensino de física. **Seminário Institucional do PIBID/ UNISC, IV Seminário Nacional Infância e Educação**. v. 1, 2017.

RIBEIRO, J. L. P. Sobre as cores de Isaac Newton – uma tradução comentada. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, n. 4, 2017.

SILVA, T. A. V. **Física do aquecimento global**: uma proposta interdisciplinar para o ensino do espectro eletromagnético. 2021. Dissertação/Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) Campus de Araranguá para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. 2021, 118 f.

SIQUEIRA, F. C. As equações de Maxwell e as ondas eletromagnéticas Maxwell's equations and electromagnetic waves. **Brazilian Journal of Development – BJD**, v. 7, n. 9, p. 93571-93589, 2021.

VIEIRA, L. **Ondas eletromagnéticas e os fenômenos da luz**: uma proposta de sequência didática para alunos da educação de jovens e adultos ensino médio. Dissertação apresentada à Comissão de Pós-Graduação da Faculdade Vale do Cricaré, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre do Programa de Mestrado Profissional de Ciências, Tecnologia e Educação. São Mateus – ES, 2018, 108f.

ENERGIA TÉRMICA: BUSCA DE FONTES LIMPAS E RENOVÁVEIS PARA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Thermal energy: the search for clean and renewable sources for electric energy generation

Gilmar Dias¹

Aline Fernanda Bileski de Lisboa¹

Resumo: Esta pesquisa se refere ao estudo da transformação de energia térmica em energia utilizável, em especial, da energia térmica como fonte de energia elétrica. Para tanto, foi realizada uma pesquisa do tipo bibliográfica, de cunho qualitativo e descritivo, com pesquisa, em livros e sites, a respeito das formas de transformação da energia térmica em elétrica a partir de diversas matrizes. O objetivo geral desta pesquisa foi o de entender como ocorre a transformação da energia térmica em utilizável, em especial, solar, que é uma fonte de energia limpa e renovável, em substituição a fontes de combustíveis fósseis, grandes causadores do efeito estufa, provocado pela emissão de CO₂ na atmosfera. A humanidade está tomando consciência de que deve diminuir a emissão de gases, a fim de buscar outras fontes de energia em detrimento do uso de combustíveis fósseis. Percebe-se, com esta pesquisa, que existe uma infinidade de fontes renováveis de energia limpa, como o sol, o vento, as marés e a biomassa, porém, o uso da energia térmica, para a geração de eletricidade, através dessas fontes renováveis e limpas, como o sol, tem se mostrado mais viável econômica e ambientalmente.

Palavras-chave: Energia térmica. Energia renovável. Física.

Abstract: This research refers to the study of the transformation of thermal energy into usable energy, in particular, thermal energy as a source of electrical energy. Therefore, a qualitative and descriptive bibliographic research was carried out, where it was researched in books and websites about the ways of transforming thermal energy into electrical energy from different matrices. The general objective of this research was to understand how the transformation of thermal energy into usable energy occurs, in particular, solar energy, which is a clean and renewable energy source, replacing fossil fuel energy sources, which is the main cause of the effect. stove. This research is justified by the urgent need to rid the planet of the harmful effects of the greenhouse effect, caused by the emission of CO₂ in the atmosphere. Humanity is becoming aware that it must reduce the emission of greenhouse gases, seeking other sources of energy to the detriment of the use of fossil fuels. It is clear from this research that there are an infinity of renewable sources of clean energy, among them, the sun, wind, tides and biomass; however, the use of thermal energy to generate electricity, through renewable and clean sources such as the sun, has proved to be more viable both economically and environmentally.

Keywords: Thermal energy. Renewable energy. Physical.

Introdução

Esta pesquisa se debruçou sobre a questão da transformação da energia térmica em utilizável. Tivemos, como tema central, para esta pesquisa, o uso da energia térmica como uma fonte alternativa de energia limpa e renovável, em especial, a solar, que é a principal fonte no nosso planeta. Para isso, foi realizada uma pesquisa do tipo bibliográfica, de cunho qualitativo e descritivo, com os principais conceitos que permitem entender como essa energia inesgotável vem sendo incorporada à matriz energética mundial, em especial, no Brasil.

¹ Licenciado em Física e Matemática, Bacharel em Administração e Tecnólogo em processos gerenciais pela Uniasselvi. Pedagogo pela UFPR. Bacharel em contabilidade pela FAEL. Mestre em educação pela UTP, especialista em auditoria e perícia contábil, especialista em educação a distância, especialista em adm. financeira e informatização, especialista em matemática pela FAEL. Professor da pós-graduação da FAEL. E-mail: gilwardiassud@gmail.com.

² Mestra em Ensino de Ciência, Matemática e Tecnologias. Licenciada em Ciências da Natureza – Habilitação em Física. Docente do Curso de Licenciatura em Física no Centro Universitário Leonardo da Vinci - UNIASSSELVI, Indaial, SC. E-mail: aline.lisboa@uniasselvi.com.br.

As descobertas científicas proporcionaram, ao homem, uma melhor relação dele com a natureza que o cerca, ou seja, essas informações relacionadas ao nosso planeta e ao universo, através da Física, permitiram, ao homem, entender melhor os fenômenos naturais, as contribuições e as consequências de atos para o nosso planeta.

A energia térmica que emana do Sol, ou seja, a energia solar, é uma fonte, praticamente, inesgotável de energia. O homem, através dos avanços da ciência, em especial, da Física, aprendeu a transformar essa energia térmica (seja qual fonte for) em mecânica, necessária para o funcionamento das máquinas modernas.

A partir do exposto, o objetivo geral desta pesquisa é, através do estudo dos avanços da utilização da energia térmica, em especial, da energia solar, permitir entender como esse estudo melhorou a qualidade de vida do ser humano na Terra, a fim de substituir a energia provida pelos combustíveis fósseis por uma limpa e renovável.

Este trabalho será dividido em fundamentação teórica, na qual abordaremos o desenvolvimento histórico das máquinas térmicas e as alternativas para a geração de energia, com a utilização de recursos naturais e renováveis; em metodologia, utilizada para o desenvolvimento do estudo; em discussão dos resultados encontrados; e em considerações finais, a respeito do tema investigado.

Fundamentação teórica

O homem, ao longo da existência dele, passou por alguns níveis de conhecimento. Esses níveis foram evoluindo à medida que o ser humano passava a entender melhor o meio no qual ele vivia. Temos, como primeiro conhecimento, o vulgar (empírico, ou conhecimento popular), ou seja, através da interação do homem com a natureza, conheciam-se os efeitos, porém, desconheciam-se as causas dos fenômenos naturais. O segundo nível de conhecimento foi o teológico, a partir do qual a existência de uma divindade explicaria tudo. O terceiro foi o filosófico, assim, a razão seria a base para todo o conhecimento humano. Por último, marcou presença o científico, que nasceu e se desenvolveu através do método científico.

Quanto ao método científico, podemos dizer que, segundo Lakatos e Marconi (2003, p. 83), constitui-se como “o conjunto das atividades sistemáticas e racionais que, com maiores segurança e economia, permite alcançar o objetivo [...]”. Dessa forma, percebe-se, claramente, que o método científico, que caracteriza o quarto nível de conhecimento humano, ou seja, o conhecimento científico, tem, como característica principal, a racionalidade das ideias, ou, em outras palavras, um saber sistemático, ordenado logicamente.

A Física passa a ser vista como ciência a partir da introdução do método experimental, com aplicação do método científico. Lima (2000, p. 1) afirma que a “[...] introdução da investigação experimental e a aplicação do método matemático contribuíram para a distinção entre Física, Filosofia e Religião, que, originalmente, tinham, como objetivo comum, compreender a origem e a constituição do Universo”. Dessa forma, a Física atingiu o quarto nível do conhecimento humano, ou seja, o conhecimento científico. Através do avanço das pesquisas na área da Física, o homem aprendeu a dominar os elementos naturais, dentre eles, a energia solar.

A energia térmica, propriamente, dita, aquela gerada a partir do calor produzido por um corpo, é usada pelo homem desde que ele acendeu a primeira fogueira. Conforme Ornellas (2006, p. 18), “desde muito cedo, o ser humano aprendeu a conviver com o Sol e com o fogo, a partir de sensações fisiológicas térmicas de quente e de frio pelo contato com meios materiais”. Temos, assim, que o homem, desde a origem, no nosso planeta, aprendeu a extrair benefícios da energia térmica, primeiramente, do Sol, e, em seguida, do fogo.

A energia térmica (ou energia interna), basicamente, é a quantidade de energia armazenada em um sistema, e se manifesta pelo efeito da temperatura, na forma de calor. Esse calor pode ser usado de várias formas, como para a produção de vapor para turbinas se moverem. São chamadas de máquinas térmicas, as quais transformam o calor em trabalho. Segundo Silva (2010, s. p.), a definição de calor seria a “[...] energia de movimento dos átomos que constituem a matéria”. O movimento desses átomos, de forma acelerada, gera atrito, o qual proporciona calor.

A energia térmica, ou seja, aquela produzida por calor, tem muitas utilidades para o homem, desde aquecê-lo nos dias e nas noites frias, até movimentar máquinas e turbinas, em especial, para a geração de energia elétrica. Por isso, desde os primórdios da civilização, tem buscado “dominar” essa força e colocá-la a serviço dele. Para Silva (2010, s. p.), “no início da humanidade, e até meados do século XVIII, a demanda por energia era baixa e suprida pela força humana, ou animal; pelo vento, pela água ou pela biomassa (formas de energia solar)”. Assim, por milênios, as fontes de energia disponíveis supriram todas as necessidades, porém, com a invenção da máquina a vapor (também, chamada de motor a vapor, ou turbina a vapor), o homem passou a dominar a energia térmica, com mais eficiência, para movimentar máquinas.

A primeira máquina a vapor da qual se tem registro foi a Eolípila, desenvolvida por Heron de Alexandria. Consistia em uma câmara esférica, a qual era enchida com água. A água, ao ser aquecida, fervia, a fim de produzir vapor, que era expelido por dois bicos, diametralmente opostos. Criava-se, assim, um desequilíbrio que a fazia gerar. Pronto, temos, aí, o primeiro motor a vapor conhecido.

Figura 1 – Eolípila



Fonte: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Eol%C3%ADpila#/media/Ficheiro:Aeolipile.jpg>>. Acesso em: 24 abr. 2022.

Ao longo dos séculos, o homem foi aperfeiçoando essa máquina a vapor. Passou pelo invento do motor a vapor de Thomas Savery (1698); pelo, também, motor a vapor de Thomas Newcomen (1712); e chegou, finalmente, ao de James Watt (1769). Dessa forma, a partir dos experimentos realizados por James Watt, o motor a vapor começou a ser uma máquina operacional eficiente, como explicam Alves e Santos (2013, p. 23):

A máquina a vapor tem o intuito de transformar energia térmica em energia mecânica, sendo, largamente, utilizada no período da Revolução Industrial, a partir do final do século XVIII. Dentre outros mecanismos da mesma, destaca-se o “controlador centrífugo de Watt”, responsável por manter a estabilidade da máquina, controlando a saída de vapor, e, por consequência, as forças envolvidas no trabalho da máquina.

Esse processo evolutivo da máquina a vapor nos trouxe aos dias de hoje, nos quais modernas máquinas movidas a vapor, controladas por computador, possuem destaque em parques industriais, porém, o princípio de funcionamento dessas máquinas permanece o mesmo. Segundo Alves e Santos (2013, p. 24), novamente,

a produção de energia da máquina a vapor começa com o aquecimento de água, que forma o vapor d'água, que exerce pressão sobre um mecanismo de transmissão que, por sua vez, põe um eixo em movimento. A rotação desse eixo servia a vários fins industriais, e tinha sua velocidade controlada pela quantidade de vapor que era aplicada ao mecanismo.

Ocorre a evolução das máquinas a vapor até hoje. As usinas atômicas de energia elétrica utilizam o vapor da água para girar as turbinas para a produção de energia.

Todos os processos e transformações realizados na natureza envolvem trocas de energia, assim, Ornellas (2006, p. 18) menciona que, em “todas as situações, a transformação de energia se encontra associada à capacidade de se produzir trabalho, o que mantém uma estreita ligação com a força [...], que exerce a transformação [...]”. A energia térmica se manifesta, sempre, pela interação com o meio, ou com outro corpo. Essa interação gera trabalho, ou seja, a transferência de energia pela atuação de uma força.

O Sol se manifesta em forma de energia radiante. A fotossíntese é um dos efeitos dessa energia. Segundo Silva (2010, s. p.), na fotossíntese, a “luz do Sol, absorvida pela planta, transforma a água e o gás carbônico da atmosfera (dióxido de carbono, CO_2), com alguns nutrientes adicionais na matéria vegetal [...]”. Concluimos, assim, que a energia solar pode se manifestar de várias formas.

A energia natural e renovável mais pesquisada e usada, hoje, é a solar, para uso como fonte de geração de eletricidade. Todas as formas de energia limpa possuem algum impacto na natureza e necessitam de mitigação, como a eólica, que altera o curso migratório dos pássaros e aumenta, consideravelmente, o ruído, o que prejudica o conforto de moradores próximos de parques eólicos. Costa (2019, p. 53) afirma que a “[...] emissão de ruídos é um dos impactos que mais preocupam a população que reside próxima a parques eólicos”. Assim, uma fonte de energia limpa e renovável produz impactos no meio ambiente e na qualidade de vida das pessoas.

A energia solar, por sua vez, não produz impactos ambientais significativos. Limita-se, apenas, a usar uma extensão considerável de terras (que poderia ser direcionada para a agricultura) para a instalação de placas fotovoltaicas.

Os chamados parques de geração de energia solar estão se espalhando pelo Brasil e pelo mundo, como uma alternativa viável à geração de eletricidade. No Brasil, mais especificamente, na região Norte, há uma área com as melhores condições, entre todos os países, para essa geração de eletricidade a partir de usinas solares. Segundo Costa (2019, p. 28), “a Região Nordeste apresenta os maiores valores de irradiação solar global, com a maior média e a menor variabilidade anual entre todas as regiões”. Assim, o Brasil está conseguindo diminuir a dependência da matriz hidráulica para a produção de energia elétrica.

Os maiores impactos ambientais, para os parques eólicos e de geração de energia fotovoltaicos, estão na instalação desses parques. A seguir, será possível observarmos o número de impactos ambientais adversos da fase de instalação, classificados como "irreversíveis", de três dos quatro empreendimentos analisados.

Quadro 1 – Número de impactos ambientais adversos irreversíveis na fase de instalação de empreendimentos

FASE DE INSTALAÇÃO	
Empreendimentos	Nº de impactos ambientais adversos irreversíveis
COMPLEXO EÓLICO AMONTADA	12
PARQUE EÓLICO VENTOS DE SÃO MIGUEL	11
CENTRAL FOTOVOLTAICA TAUÁ	13

Fonte: Costa (2019, p. 93).

Uma vez instalados os parques de energia fotovoltaica, cessam os impactos ambientais, porém, continuam com os eólicos, portanto, a energia solar, para a geração de eletricidade, mostra-se uma solução mais viável a partir do aspecto de mitigação dos impactos ambientais.

Outra fonte, praticamente, inesgotável de energia limpa é a energia geotérmica. Azevedo (2020, s. p.) afirma que a “[...] energia geotérmica é vista como uma das alternativas ao uso de combustíveis fósseis para gerar eletricidade”. Proveniente do vapor da água gerado no interior da Terra, pode ser usada para várias finalidades, dentre elas, para o aquecimento de casas, empresas e geração de eletricidade. Azevedo (2020, s. p.) explica que o “[...] processo de aproveitamento dessa energia é feito por meio de grandes perfurações no solo, já que o calor do nosso planeta está localizado abaixo da superfície da Terra”. Dessa forma, basta cavarmos um buraco, no qual há uma grande concentração de vapor, para que possamos canalizar esse vapor e usá-lo para fins domésticos e industriais.

Azevedo (2020, s. p.) cita como transformamos a energia geotérmica em energia elétrica:

As usinas geotérmicas são responsáveis por converter o calor interno da Terra em energia elétrica. A primeira etapa desse processo é a captação de água quente, ou vapor, no interior da Terra, através de tubos, especificamente, elaborados. Em seguida, esse vapor é direcionado para as usinas, onde é liberado sob forte pressão. Ao ser liberado, o vapor move turbinas que giram mecanicamente. Por fim, as turbinas acionam o gerador que produz energia elétrica.

É um processo, relativamente, simples e barato, porém, o maior problema é que as maiores fontes desse tipo de energia são escassas e, geralmente, localizam-se em regiões de baixa densidade populacional. Um exemplo de disseminação, por toda a nação, de energia geotérmica é a Islândia.

No Brasil, acontece, somente, o uso da energia geotérmica para lazer e turismo. Segundo Azevedo (2020, s. p.), “no Brasil, a energia geotérmica é utilizada, apenas, em áreas de lazer. Duas cidades que utilizam suas fontes térmicas para o turismo são Poços de Caldas (MG) e Caldas Novas (GO)”. No momento, para a realidade brasileira, com abundância de outras fontes limpas e renováveis, investir em energia geotérmica, ainda, é inviável economicamente.

Metodologia

Esta foi uma pesquisa do tipo bibliográfica, de cunho qualitativo e descritivo. Com relação à pesquisa bibliográfica, citamos Köche (2015, p. 122), que afirma que são ações necessárias “[...] conhecer e analisar as suas principais contribuições teóricas existentes sobre um determinado tema, ou problema, visando observar e interpretar [...] características do objeto de estudo em questão”. Köche (2015) completa a conceituação dessa pesquisa, ao citar que serve, também, para expandir os conhecimentos de um determinado assunto, o que possibilita, ao pesquisador, a compreensão e o delineamento de um problema analisado.

Para a realização desta pesquisa, utilizamos livros e artigos publicados em sites de instituições científicas. Foi realizado um fichamento das obras pesquisadas. A respeito do fichamento, Lakatos e Marconi (1992, p. 48) relatam que “[...] permite a ordenação do assunto, [...] e leva o indivíduo a pôr ordem no seu material. Possibilita, ainda, uma seleção da documentação e do seu ordenamento”. Dessa forma, esse procedimento contribuiu, e muito, para a sistematização e a organização do material extraído dessas fontes.

Após a coleta de informações, aconteceu a análise das leituras pesquisadas para se alcançar o resultado da pesquisa. Para a organização lógica do estudo e atingidos resultados (conclusões), utilizou-se o método dialético, que fornece as bases para uma interpretação dinâmica e totalizante da realidade, já que determina que os fatos sociais não podem ser entendidos quando considerados isoladamente, abstraídos de influências políticas, econômicas, culturais, e por aí vai. Dessa forma, define-se como um método de interpretação da realidade ao visar analisar as contradições encontradas em meio ao processo de pesquisa, considerados o contexto e a natureza mutável da educação, incluindo a resolução do problema inicial.

Resultados e discussões

O homem, desde os primórdios, tem buscado entender o mundo no qual vive. Muitas vezes, extrapola essa curiosidade para além das fronteiras do planeta Terra. Para isso, buscou várias formas de interpretar os fenômenos naturais e tudo que nos cerca no universo. Essa busca do conhecimento, passou do conhecimento vulgar (popular) para o religioso; depois, para o filosófico; até atingir o científico.

O conhecimento científico foi construído a partir do método científico. Segundo Lakatos e Marconi (2003), o método científico se caracteriza por um conjunto de regras e procedimentos para a resolução de problemas concretos, de forma que os resultados possam ser os mais confiáveis possíveis. A Física se consolida como uma ciência que utiliza várias outras ciências no vasto campo de pesquisa dela, dentre elas, a Matemática, que passa a ser a principal ferramenta de análise de fenômenos e do mundo que nos cerca.

A Física acompanhou, de perto, toda a evolução do conhecimento humano, conhecimento que permitiu, ao homem, melhorar a qualidade de vida; prolongar a vida; transmitir imagem, áudio e dados por milhares de quilômetros; explorar o fundo do mar; e, como última fronteira, estudar o espaço sideral, ao levar, primeiramente, o homem à Lua e enviar uma sonda até Marte, com perspectivas de levar, também, o homem, ao Planeta Vermelho.

Temos, pela Física, a certeza de que a raça humana continuará a progredir tecnologicamente, a fim de romper todas as fronteiras impostas a ela.

Há, atualmente, vários desafios para a Física enquanto ciência pura, como a Fusão Nuclear Controlada (até hoje, só se consegue produzir energia nuclear pela fissão), e a Teoria do Campo Unificado. Para Lima (2000, p. 19), “o grande desafio é estabelecer uma teoria do campo unificado que descreva a ação das forças fundamentais (gravitacionais, eletromagnéticas e

nucleares) num único conjunto de equações, ou a partir de um princípio geral, que seria a "força" presente no início dos tempos". Todos esses estudos têm, como única finalidade, a produção de energia limpa, abundante e segura.

Considerações finais

Percebe-se que a energia emanada pelo Sol pode ser aproveitada de várias formas. O ponto comum é que é, praticamente, inesgotável e limpa.

Com relação à geração de eletricidade, através de usinas heliotérmicas, Castro (2026, p. 16) cita que “a tecnologia com torre solar, também, conhecida como sistema de receptor central, é composta por quatro elementos principais. Os heliostatos são as estruturas montadas com os espelhos, que são quase planos”. Temos, assim, a transformação da energia térmica do sol em energia utilizável, em forma de vapor, o que movimentava turbinas que geram eletricidade. Essa é uma das formas de se produzir energia elétrica através do calor gerado pelo Sol.

O planeta Terra não suporta mais a queima de combustíveis fósseis para a geração de energia. A procura por alternativas limpas, seguras e permanentes se faz urgente.

A energia térmica, com diferentes formas, como é apresentada na natureza, tem contribuído para a diminuição dos efeitos nocivos do efeito estufa provocado pela queima de combustível fóssil. Assim, temos muito, ainda, que pesquisar para “dominar”, com mais eficiência, essa fonte quase inesgotável de energia.

Referências

ALVES, R. M.; SANTOS, J. V. **Controle da pressão de uma máquina a vapor via estabilidade assintótica**. 2013. Disponível em: <https://www.fc.unesp.br/Home/Departamentos/Matematica/revistacqd2228/v02n01a03-controle-da-pressao-de-uma-maquina.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2022.

AZEVEDO, J. **O que é energia geotérmica?** 2020. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/energia-geotermica/>. Acesso em: 24 abr. 2022.

CASTRO, L. C. **Análise comparativa para geração de energia heliotérmica em diferentes regiões brasileiras**. 2016. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/13369/1/2016_LaisCostaeCastro.pdf. Acesso em: 24 abr. 2022.

COSTA, J. C. **Impactos ambientais de complexos eólicos e de parques solares: uma outra realidade na fase de operação?** 2019. Disponível em: https://www.monografias.ufop.br/bitstream/am/35400000/2257/1/MONOGRAFIA_ImpactosAmbientaisComplexos.pdf. Acesso em: 24 abr. 2022.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

KÖCHE, J. C. **Fundamentos de metodologia científica: teoria da ciência e iniciação à pesquisa**. 34. ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2015.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo: Atlas, 1992.

LIMA, L. C. de. **História da física**. 2000. Disponível em: http://www.das.inpe.br/~alex/Ensino/cursos/historia_da_ciencia/artigos/Historia_da_Fisica_30.pdf. Acesso em: 24 abr. 2022.

ORNELLAS, A. J. **A energia dos tempos antigos aos dias atuais**. Maceió: EDUFAL, 2006.

SILVA, C. G. da. **De sol a sol: energia no século XXI**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

MODELAGEM MATEMÁTICA COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM AOS NUMEROS NATURAIS

Mathematical modeling as a teaching and learning strategy for natural numbers

Welington Batista Bandeira dos Santos¹

Weimar Pereira do Nascimento¹

Resumo: O presente trabalho tem, como objetivos, investigar e elaborar propostas de aplicação da modelagem matemática como colaboradora da aprendizagem aos números naturais. A pesquisa foi realizada por meio de uma abordagem qualitativa, com estudos teóricos. As propostas elaboradas, segundo a temática, envolveram conteúdos interdisciplinares pertencentes ao cotidiano dos alunos, incluindo a preocupação de geração de um espaço que promova o diálogo, a fim de tornar e incentivar o aluno a ser crítico, pesquisador, além de saber iniciar uma investigação de conhecimentos e desenvolver o aprendizado em Matemática. Esse método traz a expectativa de ser utilizado para ajudar os alunos a ultrapassarem as limitações lançadas no meio de ensino, de forma que o processo de ensino-aprendizagem não se limite ao manual escolar, ou seja, ao método de ensino tradicional, mas tenha um caráter mais lúdico, a fim de os tornar cidadãos formadores de opiniões.

Palavras-chave: Aprendizagem. Modelagem. Matemática.

Abstract: The present work has as objective to investigate and to elaborate proposals of application of the Mathematical Modeling as collaborator of the learning to the natural numbers. The research was carried out through a qualitative approach with theoretical studies. The proposals elaborated, according to the theme, involved interdisciplinary contents belonging to the students' daily life together with the concern to generate a space that promotes dialogue, making and encouraging the student to be critical, a researcher, to know how to initiate an investigation of knowledge as well as to develop the math learning. This method brings the expectation that it will be used to help students to overcome the limitations thrown in the middle of teaching, so that the teaching-learning process is not limited to the school manual, that is, traditional teaching method, but to assign it a more playful character, making them opinion-forming citizens.

Keywords: Learning. Modeling. Math.

Introdução

Um dos maiores desafios das escolas de Ensino Fundamental se encontra em elaborarem aulas com o objetivo de preparação dos alunos para o Ensino Médio, e, conseqüentemente, para o vestibular. A conexão estabelecida com o conhecimento ocorre, em grande parte, pela busca da memorização do maior número de informações, técnicas e regras.

Podemos afirmar que instruir cidadãos a serem críticos e participativos na sociedade é uma das responsabilidades da escola desde os primeiros níveis, principalmente, na Educação Básica, pois se torna a base de formação desses indivíduos. Entretanto, o método tradicional de ensino, apenas, como transmissor de conteúdos, com a convicção de alunos, como receptores de conhecimentos, não é suficiente para atingir o objetivo. Para Skovsmose (2001), alunos e professores dever ter a mesma autonomia no processo de escolha de temas de estudo, desse modo, com o interesse dos estudantes, tornam-se críticos em relação aos problemas da sociedade com tema escolhido, incluindo objetivos a serem alcançados.

¹ Acadêmico do Curso de Licenciatura em Matemática; E-mail: welingtonbt1980@gmail.com

² Tutor Externo do Curso de Licenciatura em Matemática – Polo Centro - Manaus; E-mail: weimarpereira@hotmail.com.

Skovsmose (2001) propõe uma ação investigativa como alternativa para o paradigma do exercício. Muitos são os processos de criação de um espaço para a investigação. Para o autor, ainda, é preciso marcar presença o trabalho com projetos que incentivem os alunos a produzirem significado para conceitos durante o ensino e para atividades matemáticas.

Ainda que vários documentos nacionais de educação se direcionem para uma formação de indivíduos a partir da realidade deles; e coloquem o desenvolvimento do conhecimento em situações reais, para um melhor aprendizado, nas escolas, o livro didático, as exigências do currículo e as avaliações externas determinam que a prática de sala de aula siga um modelo de imposição de conteúdos relevantes, porém, técnicos, e, na maioria das vezes, sem sentido para a vida dos alunos.

Nesse método didático, no qual o sujeito é o educador e os educandos, apenas, receptáculos de informações, a educação acontece, somente, pelo ato de depósito, por isso, Freire (1987) a define como educação bancária.

Ao afirmar que deve ser superado esse modelo opressor da educação, Freire (1987) defende o diálogo como prática educativa que acredita e valoriza a capacidade criativa dos indivíduos, o que se torna o que ele chamou de educação dialógica. Nesse método, o conteúdo não é depositado, mas direcionado, de acordo com a visão de mundo dos alunos, o que possibilita o encontro, nesse contexto, de temas geradores.

A estratégia da modelagem matemática pode direcionar os alunos a indagarem situações por meio do ensino da matemática, sem procedimentos atribuídos previamente, com a criação, assim, de um espaço, para que esses estudantes desenvolvam os próprios caminhos em busca da solução de problemas.

A temática proporciona a pesquisa de várias possibilidades de estratégias, visto que, em sala de aula, predomina o método formal e tradicional, o que mostra a necessidade de inovação para que os alunos participem desde a elaboração de temas até a construção de situações de ensino, de acordo com o cotidiano enfrentado por eles.

O presente trabalho, com a organização executada após a consulta de bibliografia de diversas fontes para estudos, iniciará com a presente introdução; seguida da fundamentação teórica, com dois tópicos a darem ênfase à temática apresentada; metodologia; e resultado final, que qualificará o desenvolvimento da pesquisa.

Fundamentação teórica

Este projeto tem o propósito de apresentar a modelagem matemática como método alternativo para as aulas de Matemática, principalmente, do Ensino Fundamental. Para isso, foi baseado em teóricos que destacam a importância da formação de professores, de modo específico, na formação continuada, e veem uma oportunidade para que a modelagem seja mostrada e utilizada dentro das salas de aula.

Os alunos que ingressam nos anos iniciais do Ensino Fundamental encontram um período transitório no contexto escolar. A rotina se torna diferente, com menos professores, metodologia de acordo com a idade, e, neste momento, se veem com disciplinas separadas e aplicadas por diferentes docentes.

Sadovsky (2007) observa que, com relação à Matemática, uma das particularidades marcantes da fase é o início da absorção de conceitos aprendidos em anos anteriores, e que, na maioria das vezes, não foram bem assimilados. Podem, assim, tornar-se distantes da realidade dos alunos.

[...] a Matemática, não só no Brasil, é apresentada sem vínculos com os problemas que fazem sentido na vida das crianças e dos adolescentes. Os aspectos mais interessantes da disciplina, como resolver problemas, discutir ideias, checar informações e ser desafiado, são pouco explorados na escola. O ensino se resume a regras mecânicas que ninguém sabe, nem o professor, para que servem (SADOVSKY, 2007, p. 8).

A partir desse ponto, a modelagem matemática pode ser uma contribuição para sanar os problemas que resultam dessa transição. Ao mostrar uma Matemática mais realista, de acordo com o cotidiano dos alunos, essa estratégia colabora para a organização do pensamento, a fim de ser um recurso a mais para que o aluno compreenda melhor o mundo no qual está inserido, com a geração das próprias conclusões e entendimento.

A modelagem matemática se mostra como uma estratégia de ensino que proporciona uma junção entre os conceitos matemáticos e a realidade, e pode ser vista em um cenário que valoriza os pensamentos crítico e reflexivo do aluno.

Neste sentido, podemos argumentar que o ensino da Matemática, numa perspectiva crítica, não está centrado em ensinar os alunos a desenvolverem e criarem modelos matemáticos, mas, além disso, é importante que o aluno possa interpretar e agir em situações sociais estruturadas, ou influenciadas, por esses modelos (ALMEIDA, 2003, p. 2).

Com uma perspectiva freiriana, Skovsmose (2001), ao ponderar em relação à realidade do cotidiano escolar, principalmente, para a disciplina de Matemática, propõe estratégias que usem o cenário da investigação para contestar o paradigma do exercício.

O meu interesse numa abordagem de investigação tem relação com a educação matemática crítica, a qual pode ser caracterizada em termos de diferentes preocupações. Uma delas é o desenvolvimento da *materacia*, vista como uma competência similar à *literacia* caracterizada por Freire [...]. A educação matemática crítica enfatiza que a matemática, como tal, não é, somente, um assunto a ser ensinado e aprendido [...], é um tópico sobre o qual é preciso refletir (SKOVSMOSE, 2001, p. 67).

Propõe-se utilizar os sentimentos emocionais e culturais dos alunos, em relação aos acontecimentos atuais, para serem apresentados métodos questionadores de situações que envolvam a problematização para a resolução de problemas. Uma situação desse nível engloba o estabelecimento de relações importantes para a compreensão de tais problemas e, conseqüentemente, a possibilidade de solucioná-los de várias maneiras.

Modelagem matemática

Segundo Biembengut e Hein (2003), o que caracteriza uma modelagem matemática é um problema, ao surgir de uma situação real. Após, é desenvolvido um modelo que solucione esse determinado problema, o qual passa ser aplicado como suporte para outras aplicações.

Há procedimentos que identificam os passos da modelagem, de acordo com Biembengut e Hein (2003): interação, matematização e modelo matemático.

A escolha da temática a ser estudada pode ser uma responsabilidade dos alunos e do professor a intermediar.

Esta etapa é muito rica, pois cada grupo, conforme o tema, insere-se no contexto. A coleta de dados, as questões levantadas [...] pelo grupo e a adição de novas situações levam a um comportamento mais atento, mais sensível, mais crítico, que são atributos desejáveis em um pesquisador (BURAK, 1998, p. 33).

Definido o tema do problema apresentado, vem a interação, a partir da qual os alunos pesquisam. Dessa forma, envolvem-se e compreendem melhor tal conflito. Na sequência, esses estudantes iniciam a matematização, ou seja, os questionamentos, com perguntas decorrentes de levantamentos coletados em pesquisas e de observações feitas no ambiente da pesquisa.

Atingimos um momento crucial para o desenvolvimento, a elaboração e a construção do pensamento por meio de um modelo matemático adequado para a resolução dos problemas levantados. Scheffer e Campagnollo (1998, p. 37) garantem uma sequência formada pela modelagem matemática:

[...] formulação do problema, que envolve a situação real; a solução, que envolve a busca de resolução através de modelos matemáticos; e a validação, que envolve a verificação da solução e relação entre a solução matemática e a situação real (SCHEFFER; CAMPAGNOLLO, 1998, p. 37).

A modelagem matemática proporciona uma análise crítica das soluções apontadas por meio de hipóteses. Durante essa etapa, é inevitável levantar discussões e análises a respeito de possíveis soluções encontradas, além de verificar a coerência e a consistência de cada uma delas.

[...] Nem sempre, é única a ferramenta matemática escolhida para a análise e a compreensão de um problema – e diferentes caminhos podem levar a respostas diferentes, porém, que cheguem a uma mesma conclusão no final do ciclo da modelagem, ou não! (MEYER, 1998, p. 70).

Para Meyer (1998), a modelagem abre espaço para diferentes caminhos e apresenta várias respostas, porém, com a mesma conclusão. Assim, a modelagem matemática abarca uma ampla gama de resultados encontrados para a resolução de um problema. Nesta etapa, é possível apresentar um trabalho de pesquisa que mostre uma matemática utilitária e real, que soluciona problemas do cotidiano e permite uma visão mais analítica e crítica de situações que surgem na realidade.

Modelagem matemática como recurso metodológico nas aulas de Matemática

Nas escolas de Ensinos Fundamental e Médio, o ensino da Matemática, muitas vezes, apresenta problemas que apontam para uma divisão. É trazida uma temática que pode ser aplicada em diversas áreas, ou uma que existe por ela mesma. Até mesmo, é possível aliar os dois exemplos de forma que um complemente o outro.

Acreditamos que os professores de Matemática, considerados paramatemáticos, têm a obrigação de mostrar, aos alunos, as duas possibilidades que, na verdade, se completam: tirar, de um “jogo”, resultados significativos (matemática aplicada); ou montar um “jogo” com regras fornecidas por alguma realidade externa (criação de Matemática) (BASSANEZI, 2002, p. 16).

A modelagem matemática deve ser usada como estratégia, a fim de favorecer o professor, com a possibilidade de mostrar o conhecimento de determinada temática a partir de várias formas. Isso demonstra a utilização desse método de ensino para a formação de professores de Matemática.

É preciso levar em conta a finalidade educacional da modelagem matemática, ou seja, como uma estratégia de ensino-aprendizagem pode ser utilizada em escolas públicas e/ou particulares, considerada a formação continuada dos professores que atuam na modalidade de ensino.

De fato, da nossa experiência como professor e formador de professores, os processos pedagógicos voltados para as aplicações, em oposição aos procedimentos de cunho formalista, podem levar o educando a compreender melhor os argumentos matemáticos, incorporar conceitos e resultados de modo mais significativo, e, se podemos, assim, afirmar, criar predisposição para aprender Matemática, porque passou, de algum modo, a compreendê-la e a valorizá-la (BASSANEZI, 2002, p. 177).

O objeto deste trabalho é o uso da modelagem matemática, em sala de aula, como estratégia de ensino, destacada essa tendência metodológica em relação a outras, enunciadas nas Diretrizes Curriculares para a Educação Básica, ou seja, esse método almeja complementar e ampliar os recursos usados para o ensino-aprendizagem de forma colaborativa, entre professores e alunos.

Materiais e métodos/Metodologia

A presente pesquisa apresenta estudos para uma compreensão com uma maior profundidade, ou seja, atribuída à análise qualitativa de informações. Os objetivos são investigar e elaborar propostas para a aplicação do método da modelagem matemática, a fim de ser facilitada a aprendizagem, de forma relevante para as aulas de Matemática. A pesquisa foi desenvolvida com o pensamento voltado a alunos do Ensino fundamental da rede pública de ensino.

A fim de se alcançarem os objetivos propostos nesta pesquisa, buscou-se uma teorização, por meio de fichamentos e pesquisas bibliográficas, para serem esclarecidos conceitos e hipóteses das referidas vertentes teóricas citadas em relação ao tema modelagem matemática.

A fonte de coleta de dados foi a realizada de forma on-line, por videochamadas. Professores do Ensino Médio da Escola José Barbosa Rodrigues apontavam as dificuldades enfrentadas para aplicar atividades referentes à disciplina de Matemática, porém, a observação não foi atingida pelo período de restrição, por medidas de biossegurança. Assim, foram estudadas estratégias, dentre elas, a modelagem matemática, a fim de ser aplicada no Ensino Fundamental, ou seja, foi preciso preparar os alunos para ingressarem no Ensino Médio com mais autonomia.

Mesmo sem a pesquisa de campo, por meio de uma pesquisa teórica e diálogo com professores, observou-se a necessidade de preparação do professor, para que ele soubesse recorrer ao uso de estratégias com resultados, incluindo a participação dos alunos.

Cabe, a este trabalho, nortear, por meio de fontes bibliográficas, o método que será um diferencial para o ensino-aprendizagem da Matemática.

Diante dos estudos teóricos levantados durante o trabalho, acredita-se em uma proposta positiva, que contribui e agrega conhecimento. A Matemática, diante de tamanha complexidade, é vista, por muitos alunos, como um tabu, e isso vem sendo passado de geração para geração. Assim, essa temática destaca a necessidade de se pensar nos alunos e nos problemas do cotidiano deles, ao levá-los a participarem das aulas com mais autonomia.

Resultados e discussão

Apresentamos, neste trabalho, referências bibliográficas de modelagem matemática, voltadas ao âmbito educacional, e, com base nelas, foram levantadas interpretações e orientações, com vistas a melhorar e a contribuir, de forma positiva, com o ensino de Matemática e das propostas dela.

Esta pesquisa norteou uma visão referente a concepções de modelagem que fazem parte da nossa trajetória de estudo, e promoveu uma maior abertura para argumentações teóricas em relação a essa tendência da educação matemática.

Cabe destacar que as interpretações apontadas neste trabalho necessitam ser aprofundadas, considerada a possibilidade de poderem contribuir para a formação de um percentual crítico de futuros profissionais no que tange a questões teóricas e metodológicas inseridas na modelagem, com o objetivo de superação das formas tradicionais de ensino da Matemática.

Outro ponto levantado neste trabalho se refere ao uso da modelagem no nível de ensino fundamental, assim, foram apresentadas concepções, com o objetivo de potencialização do pensamento crítico dos alunos a partir das visões da Matemática e da Ciência.

Freire (1987) defende a dialogicidade, a partir da qual o diálogo é apontado como uma prática educativa de pesquisa, o que caracteriza o que ele chamou de educação dialógica. A proposta é não depositar conteúdo, mas organizá-lo, de acordo com o cotidiano dos educandos, além de serem encontrados, nesse universo, os temas a serem aplicados. Com essa perspectiva freiriana, Skovsmose (2001), ao pensar na realidade escolar, principalmente, para a disciplina de Matemática, propõe investigações para contrapor o paradigma da atualidade, reflexão já citada no decorrer deste trabalho. Para que isso, realmente, aconteça, deve-se buscar a transformação das práticas escolares, incluindo uma aproximação da teoria e da prática e a prática da teoria, com uma postura interdisciplinar, o que permite, assim, o desenvolvimento de habilidades a partir de experiências vivenciadas.

Para serem observados resultados, deve-se buscar transformações, ou seja, diálogo e observações referentes a experiências do cotidiano desses alunos envolvidos. Diante disso, a prática permite o desenvolvimento de habilidades, até mesmo, para o professor.

É importante favorecer o professor, o aluno e o ambiente para construir conhecimentos em conjunto, sem uma imposição na transmissão, mas muito diálogo. É claro que isso ocorre quando há a junção dos interesses dos alunos mediante a proposta do professor.

A convicção de convite aos alunos, em forma de diálogo, mostra, de maneira tranquila, os interesses deles, e proporciona, em conjunto, o aprendizado da Matemática e dos desafios dela, de acordo com as possibilidades cognitivas, biológicas, culturais, sociais e outras.

A aproximação dessas duas forças, aprendizagem significativa e modelagem matemática, contribui para o estabelecimento de uma educação menos impessoal, valorizando o processo de ensino-aprendizagem no sentido da Educação Matemática; [...] a educação do sujeito, como um todo, tem as contribuições da Matemática (BORSSOI; ALMEIDA, 2004, p. 118-119).

Borssoi e Almeida (2004) consideram características da aprendizagem significativa com argumentos do desenvolvimento de atividades da modelagem matemática, conforme demonstrou a citação anterior.

Considerada a teoria, até aqui, levantada, dos benefícios de se utilizar a modelagem matemática como estratégia de ensino nas aulas de Matemática, incluindo a presença dessa metodologia nas formações para as redes pública e particular, destaca-se que a modelagem seria essencial para o desenvolvimento da educação escolar.

Considerações finais

Perante o exposto que norteou a realização desta pesquisa, com fundamento em artigos de autores que escrevem a respeito da modelagem matemática, e por meio das leituras que enriqueceram o trabalho, é favorável considerar que essa tendência é uma ótima estratégia como método nas aulas de Matemática.

É necessário um maior aprofundamento no que diz respeito à modelagem matemática pelos professores e por toda a equipe pedagógica, feito por meio de formação continuada. Ainda, estudos entre professores, em reuniões com a equipe pedagógica e com professores de outras disciplinas, para uma contribuição para reflexões a respeito desse método.

O uso da estratégia da modelagem matemática, com alunos do Ensino Fundamental, mostra-se interessante pelo fato de possibilitar um olhar diferenciado, referente aos conteúdos matemáticos, a fim de permitir serem observados fenômenos reais sendo desvendados, ou esclarecidos, por meio das habilidades adquiridas.

A pesquisa, que, também, faz parte da metodologia de ensino, torna-se um fator importante no processo, pois procura por dados e fontes que contribuem para a resolução de um problema. Não é uma atividade atípica nas escolas com Ensino Fundamental, porém, a modelagem intervém, de maneira aberta, para o surgimento de novos pesquisadores, mesmo que sejam de um nível elementar.

A temática escolhida, além de ser agradável para professores, torna-se para alunos, visto que é de interesse deles e de parte do universo no entorno, o que favorece a contextualização da Matemática. Muitas vezes, torna-se maçante, sem vínculo com a realidade do ambiente no qual o aluno vive.

Há momentos desafiadores, nos quais o mediador do trabalho com a modelagem matemática, ou seja, o professor, precisa superar obstáculos, como a desmotivação de alunos acostumados com um ensino mais formal, além do tempo estabelecido para o estudo do tema, porém, o benefício é uma atividade prazerosa e consistente.

Esta pesquisa teve, como objetivo, ser um norte para o ensino-aprendizagem da Matemática, da qual surgirão novas pesquisas e estudos referentes à modelagem matemática, a fim de serem aplicados no Ensino Fundamental como forma de estratégia, e poderão refletir a respeito da produção de materiais didáticos dentro dessa concepção de aprendizagem da Matemática.

Referências

ALMEIDA, L. M. W. de. **Modelagem matemática em sala de aula**: em direção à educação matemática crítica. Piracicaba, 2003.

BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática**. São Paulo: Contexto, 2002.

BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. **Modelagem matemática no ensino**. São Paulo: Contexto, 2003.

BORSSOI, A. H.; ALMEIDA, L. M. W. Modelagem matemática e aprendizagem significativa: uma proposta para o estudo de equações diferenciais ordinárias. **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 91-121, 2004.

BURAK, D. Uma experiência com a modelagem matemática. **PRÓ- MAT**, Curitiba, v. 1, n. 1, p. 33, 1998.

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

MEYER, J. F. da C. A. **Modelagem matemática: do fazer ao pensar**. São Leopoldo, 1998.

SADOVSKY, P. **Falta fundamentação didática no ensino de Matemática**. São Paulo: Editora Abril, 2007.

SKOVSMOSE, O. **Educação matemática crítica: a questão da democracia**. São Paulo: Papyrus, 2001.

SCHEFFER, N. F.; CAMPAGNOLLO, A. J. Modelagem matemática: uma alternativa para o ensino-aprendizagem da Matemática no meio rural. **ZETETIKÉ**, Campinas, v. 6, n. 10, p. 35-55, 1998.

FILMES DE FICÇÃO CIENTÍFICA: UM RECURSO METODOLÓGICO NO ENSINO DE FÍSICA MODERNA

Science fiction films: a methodological resource in the teaching of modern Physics

Geovana dos Santos Melo¹

Táise Ceolin²

Resumo: O ensino de Física deve proporcionar, ao aluno, a compressão de teorias e práticas, a importância e a aplicação na vida e na sociedade. No entanto, as aulas meramente teóricas causam a falta de interesse, que desestimula o aluno na aprendizagem. Uma vez que a cultura dos filmes de ficção científica se faz presente na vida dos estudantes e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) ressalta a importância de despertar o senso crítico nos alunos e a inserção de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) no ensino, questiona-se como os conteúdos de Física moderna, que são apresentados nos filmes de ficção científica, podem estimular o aluno na aprendizagem em sala. Neste trabalho, objetivamos analisar os filmes de ficção científica que abordem os conteúdos de Física moderna, propondo a sua utilização como recurso metodológico para dinamizar o ensino de Física. Utilizamos, como referência, alguns artigos que discorrem acerca da utilização desse recurso, como: Fraga (2016), Filho e Silva (2016), Lobo (2016), Medeiros (2010; 2021), Moraes (2015), Santos (2020), Sorensen e Teixeira (2018), Silva (2012) e Virginio (2019). Para análise dos filmes, consideramos o ano de lançamento, filmes ainda não analisados em outros artigos e filmes de ficção científica, misturando fantasia e ação. Foram selecionados três filmes, eles não apresentam corretamente os conteúdos de Física moderna, no entanto, podem despertar o interesse no aluno, contribuindo para indagação e questionamento, aguçando a curiosidade e o interesse pelo conteúdo. Concluímos que a inserção de filmes de ficção científica traz uma nova metodologia de ensinar, contribuindo para a dinâmica de ensino-aprendizagem. Ainda, como resultado dessa investigação, são apresentadas duas sugestões para utilização dos filmes analisados, para abordagem de conceitos de Física Moderna nas aulas do Ensino Médio.

Palavras-chave: Física Moderna. Filmes de Ficção Científica. Ensino de Física.

Abstract: Physics teaching should provide students with an understanding of theories and practices, their importance and application in life and society. However, merely theoretical classes cause a lack of interest, which discourages students from learning. Since the culture of science fiction films is present in students' lives and the National Common Curricular Base (BNCC) emphasizes the importance of awakening critical thinking in students and the insertion of Digital Information and Communication Technologies (TDIC) in teaching, it is questioned how the contents of modern physics, which are presented in science fiction films, can stimulate the student to learn in the classroom? In this work, we aim to analyze science fiction films that address the contents of Modern Physics, proposing its use as a methodological resource to streamline the teaching of Physics. We use as a reference some articles that discuss the use of this resource, such as Fraga (2021), Filho e Silva (2016), Lobo (2016), Medeiros (2021), Medeiros (2010), Moraes (2015), Santos (2020), Sorensen e Teixeira (2018), Silva (2012) e Virginio (2019). For movie analysis, we consider the year of release, movies not yet analyzed in other articles, science fiction movies mixing fantasy and action. Three films were selected, they do not correctly present the contents of modern physics, however, they can arouse the student's interest, contributing to inquiry, questioning, sharpening curiosity and interest in the content. We conclude that the inclusion of science fiction films brings a new teaching methodology, contributing to the teaching-learning dynamic. Also, as a result of this investigation, two suggestions are presented for using the analyzed films to approach Modern Physics concepts in high school classes.

Keywords: Modern physics. Science Fiction Movies. Physics Teaching.

¹ Acadêmica do Curso de Licenciatura em Física do Centro Universitário Leonardo da Vinci – UNIASSELVI, Indaial, SC. E-mail: geovanamelo844@gmail.com

² Doutora em Educação Científica e Tecnológica, Mestra em Educação nas Ciências, Licenciada em Física e Pedagogia. Docente nos cursos de Licenciatura em Física e Matemática da UNIASSELVI. Orientadora. E-mail: thai.ceolin@gmail.com/taise.ceolin@uniasselvi.com.br

Introdução

A Física é uma área com um conjunto de conhecimentos, construídos por décadas, a partir da curiosidade e da indagação do homem em conhecer a natureza e o universo ao seu redor. Indagações que foram respondidas e outras ainda em construção de conhecimentos e descobertas.

O desenvolvimento da dinâmica de ensino-aprendizagem de Física tem, como intuito, propor ao aluno a compreensão dos conteúdos construídos. Um ensino no qual o que se apresenta pelo professor seja compreendido, despertando o gosto e o interesse em conhecer mais, podendo, assim, contribuir para a formação de futuros pesquisadores e cidadãos críticos, atuantes e pensantes.

O ensino de Física, em muitas escolas públicas, perpassa pela carência do desenvolvimento da dinâmica de ensino-aprendizagem, limitando-se à aplicação do ensino tradicional, dando ênfase em teorias e fórmulas. Esse ensino mecanizado, em vez de aguçar a curiosidade e o interesse do aluno, desperta a falta de motivação e o desdém pelo conteúdo.

Diante dessas dificuldades, buscar metodologias e estratégias, que possam trazer o melhoramento do ensino de Física, são as alternativas, encontradas pelos professores, para suprir a necessidade de desenvolver um ensino significativo. Entre as metodologias alternativas que podem ser utilizadas, o desenvolvimento de experimentos de baixo custo e o uso de laboratórios virtuais são aplicadas em sala pelos professores, com intuito de desenvolver uma boa dinâmica de ensino-aprendizagem. Nesse sentido, a utilização dos filmes de ficção científica, em sala de aula, pode ser um instrumento de ensino inovador, tornando-se aliado na compreensão dos conteúdos.

A Física moderna traz inúmeras indagações, que, até os dias atuais, não foram respondidas. Uma vez que a cultura dos filmes de ficção científica se faz presente na vida dos estudantes, e muitas pesquisas já foram feitas em relação ao uso desse recurso, como Fraga (2016), Filho e Silva (2016), Lobo (2016), Medeiros (2010; 2021), Morais (2015), Santos (2020), Sorensen e Teixeira (2018), Silva (2012) e Virginio (2019), questiona-se como filmes de ficção científica podem contribuir para estimular o aluno na aprendizagem de conceitos físicos. Como os conteúdos de Física moderna, que são apresentados nos filmes de ficção científica, como a relatividade e a teoria quântica, questões ainda em aberto no campo da Física, podem estimular o aluno na aprendizagem em sala?

Nessa perspectiva, este trabalho tem, como objetivo geral, analisar os filmes de ficção científica que abordam os conteúdos de Física moderna, propondo a sua utilização como recurso metodológico para dinamizar o ensino de Física. Nos objetivos específicos, elencaremos os filmes de ficção científica que abordam tais conteúdos, verificando de que maneira são apresentados nos filmes e interligando com os conteúdos apresentados em sala de aula.

A escrita deste trabalho está dividida em Fundamentação Teórica, na qual, em primeiro lugar, apresentamos uma breve abordagem sobre o ensino de Física e, em segundo, discorremos sobre a relação dos filmes de ficção científica no ensino de Física moderna, abordando sua importância e sua contribuição para a aprendizagem. Relatamos, também, o ensino de Física decorrente da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e a utilização das tecnologias e das mídias digitais no ensino, referindo-se ao que consta na BNCC sobre essa temática.

Na Metodologia, apresentamos os métodos para a análise e a seleção dos filmes que podem ser usados no ensino de Física moderna, bem como a seleção dos artigos a que recorreremos para sustentar o tema deste trabalho. Em Resultados e Discussão, trazemos os filmes selecionados e suas características, assim como em quais conteúdos de Física podem ser utilizados. Por fim, apresentamos as considerações finais, com a síntese do que foi abordado durante todo trabalho, seguidas das referências utilizadas.

O ensino de Física

Ensinar Física tem sido um desafio em muitas escolas públicas. A falta de interesse, por parte dos alunos, traz a desvalorização dessa disciplina tão importante para a compreensão dos fenômenos naturais, da matéria e do universo. O desenvolvimento da dinâmica ensino-aprendizagem não consiste apenas em aulas mecânicas, cujas teorias e fórmulas são repassadas pelos professores.

Moraes (2009) enfatiza que uma aula de Física voltada apenas para questões matemática, equações para o aluno decorar, na busca de uma resposta exata e que o aluno não compreende o porquê estudar determinado assunto, não contribuirá para aprendizagem, mas despertará uma aversão às aulas de Física:

se esses alunos têm uma aula de Física focada na parte matemática, onde o professor enfatize muito a resolução de problemas, que muitas vezes estão fora do contexto de vida desses alunos, estes sentirão uma antipatia pela disciplina de Física, podem acabar por perder o interesse pela matéria, e isso certamente contribuirá de forma negativa em seu desempenho escolar (MORAES, 2009, p. 2).

“Outro aspecto que dificulta a assimilação dos conteúdos curriculares de Física é a ausência de atividades experimentais” (SILVA; BASTOS, 2018, p. 5), que podem ser adotadas no desenvolvimento da prática dos conteúdos em um ensino mais desvinculado de fórmulas e que seja apresentado com meios dinâmicos.

Nessa mesma lógica, Antonowiski, Alencar e Rocha (2017, p. 51) explicam que “[...] a Física no ensino médio deve assegurar que a competência investigativa resgate o espírito questionador, o desejo de conhecer o mundo onde se habita, logo é uma ciência que permite investigar os mistérios do mundo, compreender a natureza da matéria macroscópica e atômica”.

Desse modo, o ensino de Física deverá proporcionar, ao aluno, meios para aumentar a curiosidade, a investigação científica, despertar o questionamento, fazê-lo desenvolver os conhecimentos científicos e compreendê-los no mundo, uma formação científica, de conhecimento dos fenômenos naturais, das mudanças que ocorrem no mundo, propondo uma compreensão desde os fenômenos do seu dia a dia, até as transformações do universo.

Na busca de desenvolver a dinâmica de ensino-aprendizagem de Física, Silva (2012, p. 126) aborda que:

para contribuir na transformação dessa realidade, uma possível alternativa é apresentar a Física de forma mais relacionada ao dia a dia dos estudantes, mais relacionada a assuntos que lhes interessem, uma Física mais cultural, mais descontraída e sem o uso excessivo e exclusivo do formalismo matemático.

Diante da importância de ensinar a Física, para a compreensão do mundo físico e natural, busca-se melhorias e metodologias que causem impactos no aluno, sobretudo na apresentação dos conteúdos de forma dinâmica, prazerosa, promovendo um interesse espontâneo pela aprendizagem.

Com relação ao desenvolvimento das metodologias, Passos (2007 *apud* MORAIS, 2015, p. 11) afirma que “[...] existe uma expectativa de que o uso de novas metodologias seja capaz de promover mudanças significativas no processo de ensino-aprendizagem, tornando-o mais motivador e solucionando os problemas detectados em sala de aula”.

Portanto, motivar o aluno com metodologias alternativas é indispensável no processo de ensino-aprendizagem, por meio do uso de conceitos presentes no cotidiano, aguçando a sua curiosidade e apresentando os conteúdos de Física, além de desenvolver as práticas dos conteúdos, de maneira a despertar e aguçar o interesse pela disciplina.

A Física moderna e os filmes de ficção científica

Em tempos de avanços tecnológicos, o cinema traz uma gama de produções de filmes de ficção científica, que fascina e desperta interesse, misturando fantasia, ficção e conteúdo da ciência em suas produções, principalmente os conteúdos de Física.

“O uso de recursos multimídia, em particular a apresentação de filmes, tem um enorme poder didático no processo de ensino-aprendizagem, uma vez que possibilita o levantamento de ligações relativas à Física e suas relações com o cotidiano” (GONÇALVES FILHO; TOSCANO, 2012 *apud* MORAIS, 2015, p. 26).

A presença dos conteúdos de Física nos filmes possibilita a sua utilização na aprendizagem, já que os alunos estão inteirados com esse mundo ficcional, que desperta a sua atenção e a sua curiosidade: “Poder discutir e abordar o estudo da Física utilizando filmes populares, e talvez maximizar o aprendizado dentro da sala de aula, como forma de divulgação científica” (FRAGA, 2016, p. 4).

Nesse sentido, trazer esse universo dos filmes de ficção científica para a sala de aula denota uma metodologia relacionada com a realidade da vida do aluno, promovendo meios para a discussão e a apresentação prática dos conteúdos.

Medeiros (2010, p. 1) destaca que “[...] algumas cenas de filmes nos apresentam bons exemplos de Física, sejam esses conceitos apresentados como certo ou como errado, todos podem ser avaliados e discutidos em sala de aula”. Desse modo, mesmo que os filmes não abordem corretamente os conceitos, eles podem contribuir para discussão e argumentação de como foram apresentados, além de servir para desenvolver uma aula atrativa.

De acordo com Santos (2020, p. 4), os “[...] conflitos entre ciência e ficção, no que concerne à verossimilhança, são diminutos se comparados às possibilidades que a leitura de textos de ficção científica, escritos e audiovisuais, pode suscitar ao aprendizado científico”. Desse modo, a verdadeira ciência e as divulgadas nos filmes podem ser diferentes, porém, isso não reprime o leque de possibilidades que o professor tem, ao utilizá-lo em sala, para o aprendizado científico, seja por meio de textos científicos ou de recursos de multimídias.

Virginio (2019, p. 31) destaca que, de modo geral, “[...] os alunos conseguem fazer uma relação com o conteúdo, e enfatizam haver maior facilidade na memorização das imagens em filmes do que apenas explicações por meios textuais”. Nesse sentido, com o uso dos filmes, os alunos conseguem fazer uma associação dos conteúdos e compreendê-los, por meio das imagens ali presentes, entendendo melhor do que apenas com textos.

A Física é detectada atualmente em várias categorias de filmes, mas entre elas, quatro se destacam: ação, aventura, ficção científica e documentário. No entanto, não se pode delimitar sua atuação apenas dentro dessas quatro áreas, porque outras também podem tratar de conhecimentos científicos durante seus filmes de forma direta ou indireta (LOBO *et al.*, 2016, p. 305).

Lobo *et al.* (2016) destacam que os conteúdos de Física são abordados em quatro categorias de filmes, porém também são apresentados em outras áreas, que podem ou não ter relação com a realidade dos conhecimentos científicos. Em todos os casos, eles podem contribuir para a compreensão dos conteúdos físicos.

Já quanto ao ensino de Física desenvolvido em sala, Medeiros (2021, p. 12-13) destaca que “[...] a Física Moderna e Contemporânea (doravante FMC), apesar de estar cada vez mais inclusa na vida das pessoas através de filmes, seriados ou mesmo de descobertas científicas divulgadas ocasionalmente nos meios de comunicação, ainda é parcamente abordada no meio escolar”.

Para tanto, os conteúdos de Física moderna, ainda que presentes na atualidade, como pesquisas no mundo macroscópico e microscópico, se fazem presentes na vida dos alunos, por meio de filmes científicos que constroem enredos baseados nos conhecimentos físicos, mas que passam despercebidos, tanto por serem conteúdos pouco apresentados em sala de aula ou, em alguns casos, nem são apresentados.

Ainda, segundo Medeiros (2021, p. 13), “[...] a Física moderna é apresentada como um assunto complexo para o ensino médio e o ensino se volta para a memorização de fórmulas e das teorias mais básicas da relatividade de Einstein”.

Com isso, a Física moderna, por apresentar muitas ideias sobre o universo e o mundo atômico, indagações complexas de compreender, o professor acaba por repassar apenas as equações mais simples, retomando o ensino teórico e tradicional.

Para Sorensen e Teixeira (2018, p. 2), “é possível utilizar questões motivadas pela FC [ficção científica] para serem trabalhadas com os alunos com o intuito de criar um vínculo entre os seus interesses e motivações, por um lado, e os conteúdos científicos que devem ser ensinados nas aulas, por outro lado”.

Desse modo, há a possibilidade de motivar os alunos na aprendizagem, incluindo os filmes de ficção científica em sala, a fim de despertar o interesse e desenvolver a argumentação sobre o que é ensinado e os conceitos dos filmes.

Esse recurso pode ser apresentado como um suporte na introdução de conceitos da Teoria da Relatividade Geral, o que possibilita o levantamento de questões relacionadas ao mundo da Ciência e proporciona ao professor verificar as lacunas conceituais dos estudantes e a discussão de conceitos científicos objetivando um aprendizado mais estruturado e aprofundado (SANTOS, 2020, p. 5).

A implementação dos filmes de ficção científica auxilia na aprendizagem, na apresentação dos conteúdos, possibilitando o levantamento de questões que relacionam os conceitos conhecidos pelos alunos com os científicos.

O ensino de Física na BNCC e as Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs)

A BNCC é o documento que sustenta o ensino básico, norteando os professores sobre o que ensinar, e, por muitas vezes, já foi reformulada, tendo em vista adequar-se às mudanças ocorridas com o tempo, adaptando novas concepções e melhorias do ensino.

A BNCC do Ensino Médio, no que tange à área de Ciências da Natureza, propõe uma amplitude do que foi estudado no Ensino Fundamental, acrescentando os conteúdos dos conhecimentos adquiridos e aprimorando-os para as novas concepções da sociedade.

Isso significa, em primeiro lugar, focalizar a interpretação de fenômenos naturais e processos tecnológicos de modo a possibilitar aos estudantes a apropriação de conceitos, procedimentos e teorias dos diversos campos das Ciências da Natureza. Significa ainda criar condições para que eles possam explorar os diferentes modos de pensar e de falar da cultura científica, situando-a como uma das formas de organização do conhecimento produzido em diferentes contextos históricos e sociais, possibilitando-lhes apropriar-se dessas linguagens específicas (BRASIL, 2018, p. 537).

Nesse contexto, os estudantes devem desenvolver habilidades de compreensão do mundo, do simples fenômeno aos avanços tecnológicos. Ademais, é importante que o professor tenha diferentes meios para compreensão e apreensão dos conhecimentos da cultura científica, devendo criar cenários em que os alunos possam visualizar os conhecimentos produzidos ao longo do tempo, tomando posse dessa linguagem.

É importante destacar que aprender Ciências da Natureza vai além do aprendizado de seus conteúdos conceituais. Nessa perspectiva, a BNCC da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias – por meio de um olhar articulado da Biologia, da Física e da Química – define competências e habilidades que permitem a ampliação e a sistematização das aprendizagens essenciais desenvolvidas no Ensino Fundamental no que se refere: aos conhecimentos conceituais da área; à contextualização social, cultural, ambiental e histórica desses conhecimentos; aos processos e práticas de investigação e às linguagens das Ciências da Natureza (BRASIL, 2018, p. 547).

Assim, o currículo da área de Ciências da Natureza busca formar os alunos para o mundo, à medida que eles desenvolvem capacidades para compreender e agir em sociedade, aprimorando os conhecimentos científicos, reconhecendo-os em seu dia a dia, discutindo e argumentando, para despertar a cultura científica, mobilizando saberes, e para aplicar nos problemas da sociedade, comunicando as novas descobertas para o mundo.

A competência específica 2 da BNCC do Ensino Médio, referente a Ciências da Natureza e suas tecnologias, destaca: “[...] construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo e fundamentar decisões éticas e responsáveis” (BRASIL, 2018, p. 542). Nessa competência, os alunos tendem a compreender o universo e a sua formação, construindo conhecimentos acerca da vida, das futuras perspectivas relacionadas ao universo, com ideais fundamentados nos princípios morais e responsáveis pelas suas decisões.

Com relação às TICs no ensino, destaca-se a competência 3:

nesta competência específica, espera-se que os estudantes possam se apropriar de procedimentos de coleta e análise de dados aprimorados, como também se tornarem mais autônomos no uso da linguagem científica. Para tanto é fundamental que possam experimentar diálogos com diversos públicos, em contextos variados e utilizando diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) (BRASIL, 2018, p. 544).

Desse modo, os estudantes devem adquirir conhecimentos e procedimentos científicos, tomando concepções científicas em suas explicações sobre os fatos. Destaca-se, ainda, a implementação das TICs, sendo que os alunos devem ter o convívio com diversos públicos, contribuindo para uma condição favorável, visando a discutir os conhecimentos, fazendo o uso das mídias digitais e tecnologias tão presentes no seu cotidiano.

Entre as habilidades (EN13CNT303) da competência 3, destaca-se a interpretação de conhecimentos científicos, referente às Ciências da Natureza disponíveis em diferentes mídias, compreendendo como são apresentadas a veracidade e a coerência com a realidade científica, buscando selecionar fontes de informação confiáveis.

“Por fim, e em conformidade com a própria natureza da área no Ensino Médio a BNCC propõe que os estudantes aprofundem e ampliem suas reflexões a respeito das tecnologias [...]” (BRASIL, 2018, p. 539). Com isso, busca-se que o aluno aprofunde as concepções referentes às tecnologias e suas relações, tomando-as como meios tanto para a apreensão dos conteúdos quanto para agir em sociedade.

Metodologia

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa bibliográfica, que, de acordo com Severino (2013, p. 106), é o tipo de pesquisa “[...] que se realiza a partir do registro disponível, decorrente de pesquisas anteriores, em documentos impressos, como livros, artigos, teses etc.”.

A abordagem do problema é qualitativa, caracterizada como uma das principais formas de transpor objetos de pesquisa em realidades visíveis a serem analisadas. Logo, “[...] enfatiza a descrição, a indução, a teoria fundamentada e o estudo das percepções pessoais”.

Ao realizar um levantamento de produções científicas relacionadas à problemática abordada, foram utilizadas as seguintes palavras-chave: ensino de Física, filmes de ficção científica no ensino de Física, filmes e o ensino de Física moderna, buscadas no portal da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), no Google Acadêmico, em revistas científicas on-line e em outros sites. Foram encontrados 25 artigos e revistas com referências ao uso de filmes no ensino de Física, contemplando as diversas áreas da Física, como relatividade especial e geral, eletricidade, magnetismo, teoria quântica, mecânica, ondulatória, entres outras.

Os artigos e as revistas encontrados discorrem sobre a metodologia, abordando os conceitos de Física, apresentados correntemente, e os conceitos errados, sob a óptica de promover, nos alunos, a curiosidade e despertar o interesse deles pela disciplina.

Foram selecionados dez artigos referentes ao ensino de Física por meio de filmes de ficção científica, os quais foram utilizados para sustentar esta pesquisa. Foram utilizados, também, artigos que discorrem sobre a BNCC do Ensino Médio, sobre o uso de tecnologias no ensino e as perspectivas em relação à inserção desse recurso no ensino.

No desenvolvimento da pesquisa quanto aos filmes que poderiam ser utilizados no ensino de Física, foram encontrados vários filmes de ficção científica, tendo sido selecionados três que fazem referência à relatividade e às teorias quântica e fotônica, os quais não abordam corretamente os conceitos de Física, mas se destacam por despertar a imaginação ao abordarem os conceitos de Física moderna.

Um dos critérios que levou à escolha dos filmes é o fato de eles ainda não terem sido analisados em artigos relacionados ao ensino de Física, mas em artigos sobre gênero e raça (por exemplo, os filmes *Uma dobra no tempo*, cuja personagem principal é negra, e *Capitã Marvel*, que contém uma mulher heroína).

Outro fator importante nos filmes selecionados, que serviram como critério de seleção, foi o ano de lançamento, sendo escolhidos filmes recentes e que abordassem as descobertas dos últimos tempos na área da Física, discorrendo sobre os campos de pesquisas futuras e trazendo histórias que despertam a imaginação, cujos enredos misturam fantasia, ficção científica e ação, atributos que impactam nos alunos e possibilitam discutir a cientificidade dos conteúdos apresentados.

Resultados e Discussão

A utilização de filmes de ficção no ensino de Física moderna traz uma alternativa para o professor dinamizar as aulas, promovendo e despertando a curiosidade no aluno. Ao inserir filmes na didática de ensino, o professor tem a oportunidade de desenvolver um ensino ao produzir meios para a argumentação e o questionamento sobre os conteúdos apresentados nos filmes, relacionando-os com os abordados em sala de aula.

As pesquisas desenvolvidas sobre a implementação desse recurso em sala de aula, no ensino de Física moderna, apontam para aulas bem aproveitadas pelos alunos, em que surgem curiosidade e indagação a respeito dos conteúdos de Física apresentados nos filmes. Outro fator importante refere-se à presença das tecnologias na vida dos alunos, que disponibilizam cada vez mais produções de séries e filmes misturando ficção e ciência, e, ao trazer para a sala de aula, isso contribuirá para a melhoria da aprendizagem.

Com as pesquisas nos artigos, podemos perceber que a inserção dos filmes contribui muito para uma melhor apreensão dos conteúdos de Física, pelo fato de a Física moderna ser considerada de difícil compreensão, sendo possível, ao professor, fazer uso desses recursos midiáticos e das tecnologias em sala, em vez de repassar apenas poucas informações.

Nesse mesmo sentido, a BNCC reforça a importância de despertar o senso crítico nos estudantes, por meio dos conhecimentos científicos, reconhecendo-os nos diversos momentos da vida. Com isso, vemos que, em um mundo globalizado, as tecnologias são indispensáveis no ensino, ressaltando que, por meio delas, os alunos têm o contato com as diversas culturas, principalmente as dos filmes.

Os filmes analisados, neste trabalho, não apresentam os conteúdos de Física corretamente, abordando a Física misturada com ficção. No entanto, podem ser utilizados para instigar o interesse dos alunos na aprendizagem, mesmo porque, em algumas cenas, podemos perceber a presença dos conteúdos de Física, o que contribuiu para a indagação e o questionamento, aguçando, nos alunos, a curiosidade e o interesse pelo conteúdo.

Filmes analisados

Uma dobra no tempo (2018)

Um filme infantil que relata a história de Meg Murry, cujos pais são físicos e buscam a frequência perfeita, para possibilitar a viagem para outros planetas. O Dr. Murry consegue chegar a essa frequência, que distorce o espaço-tempo em forma de ondas, conseguindo viajar para outro planeta.

Muito tempo depois de seu pai ter sumido, Meg Murry embarca em uma busca pelo pai, junto ao irmão Charles e a um amigo. Nessa jornada, ela conta com a ajuda de três viajantes astrais, os quais podem viajar para outros planetas.

Uma dobra no tempo traz os conceitos de dobra do espaço-tempo, não com a presença de coisas massivas no espaço, mas com a frequência exata, gerada pela sonoluminescência, que dobra o espaço-tempo a sua volta por ondulações, permitindo a viagem para outros planetas e abordando, também, as dimensões do espaço.

Vingadores: Ultimato (2019)

Depois que Thanos faz com que metade da população desapareça apenas com o estalar de dedos, os Vingadores voltam ao passado para resgatar as joias do infinito e, depois, trazer todos de volta. No começo do filme, o Homem-Formiga volta do universo quântico, depois de 5 anos, que, para ele, corresponderam a apenas 5 horas. Assim, os Vingadores usam a mesma ideia de viajar no tempo usando a teoria quântica.

O filme aborda os conceitos introdutórios da teoria e da mecânica quântica, o princípio da incerteza de Heisenberg, no qual não podemos calcular, com precisão, a posição e a velocidade de uma partícula em nível quântico, discutir os conceitos do Gato de Schrödinger e a experiência mental do paradoxo do estado do elétron no tempo, apresentando os estados quânticos.

Capitã Marvel (2019)

Em meio ao conflito entre dois povos, Carol Danvers sofre um acidente com núcleo de força, adquirindo superpoderes. Com recorrentes memórias do passado, Danvers é capturada e cai na Terra, no ano de 1995. Nesse tempo na Terra, ela entende o seu passado e resolve o conflito intergaláctico, contando com a ajuda do Nick Fury, agente do FBI.

O filme reúne alguns pontos da Física moderna que podem ser discutidos em sala, como os vetores de estados ou coordenadas, para localizar o laboratório no espaço, a fotônica presente nos seus poderes e no desenvolvimento do motor com a velocidade da luz e os núcleos de força. É possível, também, abordar conceitos de estrelas, pois podemos considerar a Capitã Marvel uma estrela binária, devido a seus poderes.

Quadro 1 – Síntese dos filmes analisados

Título dos filmes	Informações gerais do filme	Conteúdos de Física que podem ser abordados
<i>Uma dobra no tempo</i>	Fantasia e ficção científica Lançamento: 29/3/2018 (Brasil) Diretora: Ava DuVeny	<ul style="list-style-type: none">• relatividade geral;• ondas gravitacionais;• frequência;• dobra no espaço-tempo;• três dimensões do espaço-tempo.
<i>Vingadores: Ultimato</i>	Ação e ficção científica Lançamento: 25/4/2019 (Brasil) Diretores: Anthony russo, Joe Russo.	<ul style="list-style-type: none">• teoria quântica;• mecânica quântica;• princípio da incerteza;• gato de Schrödinger.
<i>Capitã Marvel</i>	Ação e ficção científica Lançamento: 07/3/2019 (Brasil) Diretores: Anna Boden, Ryan Fleck	<ul style="list-style-type: none">• relatividade geral;• vetores de estados;• fotônica;• velocidade da luz.

Fonte: Elaborado pelas autoras (2022).

Com a análise, vemos que os filmes podem ser utilizados em sala, mesmo que não apresentem os conceitos corretos dos conteúdos de Física, mas servindo para despertar o questionamento nos alunos, levando-os a relacionarem aos conceitos apresentados pelo professor.

Os filmes de ficção científica proporcionam uma nova metodologia para desenvolver a dinâmica de ensino-aprendizagem. Isso significa levar o contexto presente na realidade dos alunos, nos momentos de lazer, para a sala de aula e, desse modo, tornam as aulas mais atrativas e dinâmicas, pois os filmes podem incentivar a curiosidade, proporcionando aulas prazerosas, além de dispor o reconhecimento da Física na cultura e na vida, propiciando reconhecer a importância de aprender os conteúdos e compreender a sua aplicação.

Contribuem, ainda, para corroborar com os conhecimentos sobre as futuras pesquisas nas áreas da Física, instigando os estudantes na busca por compreender os questionamentos que intrigam o campo da Física.

Considerações finais

A vantagem de inserir os filmes de ficção científica no ensino reflete nos bons resultados em sala, pois torna a aula atrativa, dinâmica e entusiasmada, aguçando a curiosidade e dispondo uma metodologia diferenciada de aprender.

O desenvolvimento deste trabalho pode ser importante para a formação docente, pois ensinar os conteúdos de Física em sala perpassa por dificuldades, por ser uma disciplina que apresenta cálculos e equações, muitas vezes, difíceis de serem compreendidas, causando o desinteresse dos alunos.

Dessa forma, envolver os conteúdos com a realidade da vida, relacionando com coisas que chamem atenção, como os filmes de ficção científica, pode trazer benefícios, tanto para os alunos quanto para os professores, na hora de apresentar os conteúdos. Nesse sentido, os filmes de ficção científica analisados podem ser utilizados na apresentação dos conteúdos de Física moderna, uma vez que abordam questões e indagações sobre a área, mesmo que não apresentadas corretamente, despertando a curiosidade nos alunos.

Entretanto, não apenas os filmes mencionados neste trabalho, mas também outros filmes, como *Interestelar* (2014), *Gravidade* (2012), *Perdido em Marte* (2015), *Projeto Adam* (2022), *O Homem-Aranha* (trilogia), *Homem-Formiga e a Vespa* (2018), *Star Wars – ameaça fantasma* (1999), *2001 – Uma odisseia no espaço* (1968), *O aprendiz de feiticeiro* (2010), *Superman* (2016), *Doutor Estranho* (2016), entre outros que já foram analisados em outros trabalhos, e, até mesmo, os que não foram, abordam conteúdos na área de Física moderna, mecânica, ondulatória e cinemática, sejam esses conceitos errados ou não, podendo ser analisados e implementados em sala pelos professores.

Nesse sentido, ensinar Física é muito mais do que fórmulas e teoria; quando o professor apresenta uma nova metodologia de ensino, que mostra a importância da Física, de modo que seja possível percebê-la ao ser relacionada com fatores da vida dos estudantes, com a cultura e as tecnologias, demonstrando que ela é muito mais que cálculos e fórmulas, uma vez que podemos tirar bom aproveitamento na aprendizagem e despertar o interesse nos alunos.

Concluímos que, ao propor novas maneiras de ensinar, os alunos desenvolvem melhor o entendimento e a compreensão dos conteúdos. Assim, a inserção de filmes de ficção científica traz muitas contribuições na dinâmica de ensino-aprendizagem de Física.

Referências

ANTONOWSKI, R.; ALENCAR, M. V.; ROCHA, L. C. T. Dificuldades encontradas para aprender e ensinar Física moderna. *Scientific Electronic Archives*, [s. l.], v. 10, n. 4, p. 50-57, ago. 2017. Disponível em: <https://sea.ufr.edu.br/SEA/article/view/384>. Acesso em: 24 fev. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/abril-2018-pdf/85121-b-ncc-ensino-medio/file>. Acesso em: 24 jan. 2023.

FILHO, R. C. de O.; SILVA, S. M. O estudo de Física no Ensino Médio. 2016. In: CONGRESSO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA EUG. Inovação: inclusão social e direitos. 2. *Anais* [...] Pirenópolis, Goiás, 2016.

FRAGA, W. G. **Utilização do cinema como estratégia em ensino de Física**: Relato de caso do filme *Interestelar*. 2016, 40f. Trabalho de Conclusão Curso (Licenciatura em Física) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016.

LOBO, A. *et al.* A Física em cena: estudo sobre conceitos físicos presentes (ou não) em filmes consagrados. *Revista Caderno de Estudos e Pesquisas na Educação Básica*, Recife, v. 2, n. 1, p. 303-314, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/cadernoscap/article/view/14983>. Acesso em: 26 abr. 2022.

MEDEIROS, L. M. dos S. **O uso de filmes no ensino de tópicos da Física moderna**. 2010. 28 f. Monografia (Licenciatura em Física) – Instituto de Física, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2010.

MEDEIROS, L. E. M. **Uma proposta metodológica para o uso de séries de televisão no ensino de Física moderna e contemporânea aplicada no Ensino Médio**. 2021, 61f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.

MORAES, J. U. P. A visão dos alunos sobre o ensino de Física: um estudo do caso. **Scientia plena**, [s. l.], v. 5, n. 11, p. 1-7, 2009. Disponível em: <https://www.scientiaplenu.org.br/sp/article/view/736>. Acesso em: 6 jan. 2022.

MORAIS, V. D. **Uso de filmes cinematográfico no ensino de Física**: uma proposta metodológica. 2015, 32f. Monografia (Licenciatura em Física) – Faculdade de Educação e Meio Ambiente (FAEMA), Ariquemes, 2015.

SANTOS, L. J. B. dos. A inserção teoria da relatividade geral aplicada em filmes de ficção científica. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. Educação como (re)existência: mudanças, conscientização e conhecimento. 7. **Anais [...]** Maceió, p. 1-12, 2020.

SEVERINO, J. A. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo: Cortez, 2013.

SILVA, P. A. da; BASTOS, L. G. A. de. Dificuldades de aprendizagem no ensino de Física: uma revisão de literatura. *In*: ENCONTRO NACIONAL DA LITERATURAS, 7. **Anais [...]** Fortaleza, ENALIC, p. 1-7, 2018.

SILVA, A. C. da. Eletromagnetismo e o anti-herói magneto: Uma possível abordagem no ensino médio. **REnCiMa**, v. 3, n. 2, p. 125-135, jul./dez. 2012. Disponível em: <https://revistapos.cruzeirosul.edu.br/index.php/rencima/issue/view/17>. Acesso em: 27 jan. 2023.

SORENSEN, R. do N.; TEIXEIRA, R. R. P. A Ficção Científica no Ensino de Física. *In*: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO LITORAL NORTE. Semana Nacional de Ciência e Tecnologia, 8. **Anais [...]** Minas Gerais, p. 1-6, 2018.

VIRGINIO, L. F. da S. **Uso de filmes como recurso didático no ensino de Física moderna**. 2019, 78f. Monografia (Graduação em Física) – Universidade de Taubaté, Taubaté, 2019.

ESTUDO DOS FENÔMENOS DE REFLEXÃO E REFRAÇÃO DAS ONDAS DE RÁDIO NA IONOSFERA TERRESTRE, APLICADOS À COMUNICAÇÃO

**Study of the phenomena of reflection and refraction of radio waves in the terrestrial
ionosphere, applied to communication**

Fredson Conceição-Santos¹

Regiane Gordia Drabeski²

Resumo: O desafio de tornar o ensino nas escolas cada vez mais significativo é abordado continuamente pela educação. Dentro da escola, esse problema é enfrentado por professores, diretores, pedagogos, técnicos pedagógicos e pais de alunos. A experiência com a educação mostra-se mais efetiva quando o discente entende por que deve estudar os assuntos propostos e na busca de torná-los significativos. Este artigo aborda o uso da reflexão de ondas de rádio na ionosfera terrestre, para contextualizar os fenômenos de reflexão e refração ensinados no 2º ano do Ensino Médio. Para isso, é proposto ao aluno fazer uma pesquisa bibliográfica, para entender o que é a ionosfera, do que ela é formada e como se comporta ao longo do dia. Além disso, sugere-se o acesso ao site *Digital Ionogram Database* (DIDBase), para a busca de informações sobre as estações ionosféricas disponíveis no setor brasileiro. A partir das ionossondas do setor brasileiro, é proposta a construção do gráfico de altura da região F versus horário local, ao longo do dia, para analisar o comportamento da ionosfera e deduzir por que algumas estações de rádio só são sintonizadas no período noturno. Também serão apresentadas as vivências e as impressões percebidas ao longo do estágio do curso de Física, no Centro Universitário Leonardo da Vinci (UNIASSELVI), bem como as considerações finais, em que foi possível perceber a importância desse estágio para a formação de professor.

Palavras-chave: Ensino. Aprendizagem. Reflexão. Refração. Ionosfera.

Abstract: The challenge of making teaching in schools more and more meaningful is continually addressed by education. Within the school this problem is faced by teachers, directors, pedagogues, pedagogical technicians and parents of students. The experience with education is more effective when the student understands why he should study the proposed subjects and in the search to make it significant, this work addresses the use of reflection of radio waves in the terrestrial ionosphere, to contextualize the phenomena of reflection and refraction addressed in the 2nd year of high school. For this, it is proposed to the student to do a bibliographic research to understand what the ionosphere is, what it is formed of and how it behaves throughout the day. In addition, access to the DIDBase website is proposed, to search for information about the ionospheric stations available on the Brazilian sector. From the ionosondes, from the Brazilian sector, it is proposed the construction of the height graph of region F versus local time, throughout the day, to analyze the behavior of the ionosphere and deduce why some radio stations are only tuned at night. The work also presents the experiences perceived during the Physics course internship at UNIASSELVI, as well as the impressions of the internship and the final considerations, in which it was possible to perceive the importance of this internship for teacher training.

Keywords: Teaching. Learning. Reflection. Refraction. Ionosphere.

Introdução

Tornar significativo o que se ensina na escola foi, é e sempre será uma busca constante da educação. Uma das formas de tornar o aprendizado efetivo é mostrar, ao educando, o motivo de se estudar determinado conteúdo, por meio da contextualização e da aplicação do assunto, ou seja, é mostrar, com base em assuntos que fazem parte do contexto do aluno, a utilidade

¹ Acadêmico do Curso de Licenciatura em Física; e-mail: fredcon@ifma.edu.br.

² Tutor externo do Curso de Licenciatura em Física – Polo Açailândia; e-mail: 100181956@tutor.uniasselvi.com.br.

do que se aprende. Este trabalho tem, como objetivos, indicar uma estratégia da aplicação dos conceitos dos fenômenos de reflexão e refração das ondas na ionosfera terrestre, e verificar como ocorre a variação diária da região ionosférica; portanto, está inserido, no programa de extensão em metodologias e estratégias de ensino-aprendizagem da UNIASSELVI, como projeto de extensão de práticas pedagógicas na educação básica. Em tempos de ensino a distância, destaca-se, como aplicação de assunto bastante interessante no 2º ano do Ensino Médio, uma abordagem da área de concentração do ensino-aprendizagem de Física voltada aos fenômenos de reflexão e refração de ondas, que acontecem na ionosfera terrestre e podem variar ao longo do dia, conforme a variação da região ionosférica.

Para concretizar este artigo, foram utilizados revisão bibliográfica e levantamento de dados junto ao site *Digital Ionogram Database (DIDBase)*, que disponibiliza dados de todas as estações ionosféricas cadastradas a serem utilizados para a construção de gráficos, a fim de demonstrar a variação diária das regiões ionosféricas.

Inicialmente, é importante realizar a fundamentação teórica, indicando a área de concentração do trabalho, a justificativa e os objetivos, para, em seguida, ser explanada a metodologia e abordada a vivência ocorrida ao longo do estágio e, por fim, apresentar as considerações finais e as impressões do estágio como formação profissional para o professor.

Referencial Teórico

A cada dia, temos a necessidade da formação de indivíduos capazes do agir de modo prático, teórico e político, prontos para atuar no mercado de trabalho e, também, para viver em sociedade. O ambiente escolar/educacional é o principal local onde é possível adquirir o conhecimento para as mais diversas áreas, pois, nesse ambiente, temos o auxílio de material didático confiável e do docente, o qual irá inserir, no discente, de forma produtiva, tanto o conhecimento do método científico quanto o convívio social, propiciando prática de convivência e melhor análise das informações visando a um melhor aprendizado.

Ao mesmo tempo, o professor sempre deve buscar as melhores metodologias e estratégias de ensino-aprendizagem, para que o discente se sinta motivado a aprender e tenha um melhor aproveitamento. Dessa forma, os docentes devem:

contextualizar os conteúdos dos componentes curriculares, identificando estratégias para apresentá-los, representá-los, exemplificá-los, conectá-los e torná-los significativos, com base na realidade do lugar e do tempo nos quais as aprendizagens estão situadas; conceber e pôr em prática situações e procedimentos para motivar e engajar os alunos nas aprendizagens; selecionar, produzir, aplicar e avaliar recursos didáticos e tecnológicos para apoiar o processo de ensinar e aprender (BRASIL, 2017, p. 16).

A área de concentração deste artigo é o ensino-aprendizagem da Física e, como forma de contextualizar, propõe a abordagem dos fenômenos de reflexão e de refração de ondas de rádio na ionosfera.

A atmosfera terrestre possui algumas particularidades, como a formação de uma camada denominada de ionosfera. De acordo com Conceição-Santos (2020, p. 21), a ionosfera é caracterizada pelo grau de ionização superior às demais regiões e interfere, diretamente, na propagação de ondas de rádio. A ionosfera terrestre possibilita a aplicação de diversos conteúdos de Física, como os fenômenos de reflexão e refração das ondas de rádio.

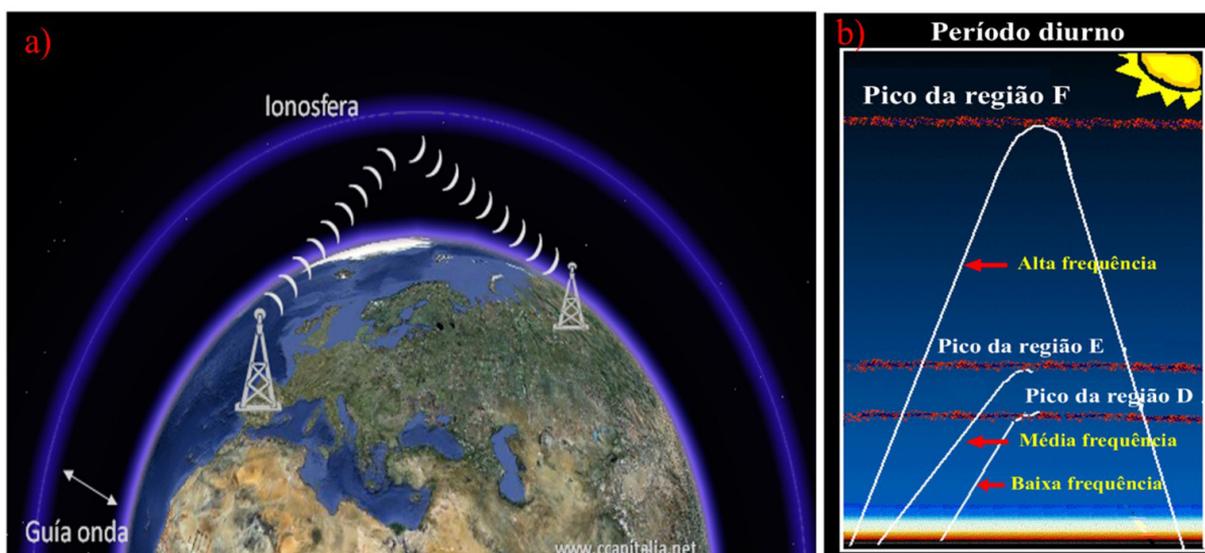
A existência de uma região condutora na atmosfera foi objeto de especulação inicial de William Thomson (Lord Kelvin). No entanto, foi a demonstração de comunicação de rádio de longa distância de Guglielmo Marconi, em 1901, que estimulou a difusão generalizada desse fenômeno. Em 1902, Arthur Kennelly e Oliver Heaviside postularam, de forma independente, uma região da atmosfera ionizada para explicar a transmissão de rádio, em um momento em que outros investigavam os efeitos da difração como possível explicação (TASCIONE, 1994, tradução nossa).

A ionosfera é dividida em regiões e camadas, sendo a parte inferior a região D, localizada entre 50 km e 90 km. A segunda componente é a região E, localizada entre as alturas de 90 e 150 km. A partir da altura de 150 km até, aproximadamente, 2.000 km, tem-se a região F, que é dividida em duas camadas, sendo as camadas F_1 e F_2 . Segundo Kirchhoff (1990), a camada F_1 é observada no período do dia e se estende de 150 km até a altura de 200 km. A partir de 200 km, tem-se a camada F_2 , que se estende até cerca de 2.000 km.

A utilização da ionosfera, na comunicação de rádio, é bastante simples. Quando as ondas de rádio são emitidas a partir do solo e encontram a ionosférica, acontece o fenômeno de reflexão ou refração (Figura 1A). Após a reflexão, essa onda refletida alcança longas distâncias e pode, então, ser detectada nas regiões atingidas. Se a onda emitida tiver baixa frequência, classificada como LF (do inglês *Low Frequency*), reflete diretamente na região D ionosférica (Figura 1B). Se a onda emitida for de média frequência, ou seja, MF (do inglês, *Medium Frequency*), ela refrata na região D e será refletida na região E. Por último, se a onda emitida for uma onda de alta frequência, ou seja, HF (do inglês *High Frequency*), ela refrata nas regiões D e E, e será refletida na região F. Portanto, ondas HF possuem maior alcance que os outros tipos de ondas.

No fenômeno de reflexão dos tipos de ondas pelas respectivas regiões (Figura 1B), observam-se três linhas horizontais com espalhamento, na cor vermelha. Essas linhas espalhadas representam, de cima para baixo, respectivamente, os picos das regiões F, E e D. Tem-se, ainda, o sinal incidente da esquerda para a direita, representando, respectivamente as ondas HF, MF e LF (Figura 1B).

Figura 1 – Ilustração da reflexão de onda de rádio na ionosfera (A); ilustração da ondas de rádio refletindo nas regiões D, E e F (B).



Fonte: adaptada de Martins (2015, p. 13);

https://wiki.robotz.com/index.php?title=File:Ionosphere_radio_bounce.gif. Acesso em: 22 ago. 2021.

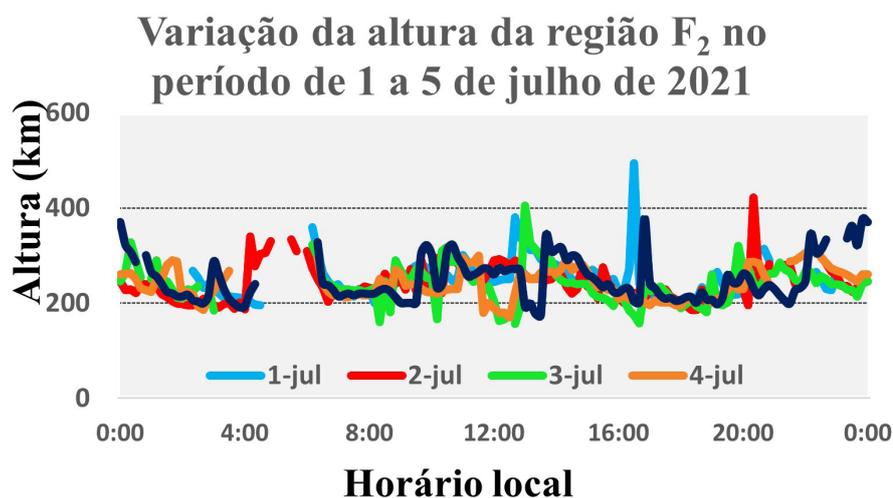
Para a sondagem da ionosfera, tem-se as ionossondas – em linhas gerais, trata-se de um equipamento que se utiliza da emissão de um sinal em uma determinada frequência e da recepção desse sinal. De acordo com Hunsucker (1991), atualmente, a ionossonda é o equipamento mais empregado para medir os parâmetros ionosféricos e teve como precursor o *pulse-eco*.

Hoje, os dados das sondagens ionosféricas são divulgados no site DIDBase (disponível em: <https://ulcar.uml.edu/DIDBase/>), no qual há informações como a altura e a frequência de cada região ionosférica, das ionossondas que compõem o grupo DIDBase.

Apesar de oferecer uma gama de aplicações da Física e de, efetivamente, estar presente no nosso dia a dia, o estudo dos eventos que ocorrem na ionosfera, como os fenômenos de reflexão e refração de ondas de rádio, ainda é pouco explorado no Ensino Médio, principalmente na região de baixa e média latitude em que está localizado o setor brasileiro. Além disso, a abordagem desse tema, na ionosfera, pode provocar o interesse do discente em conhecer mais sobre a Física Espacial que ocorre dentro de 1 unidade astronômica (UA), que é a distância entre o Sol e a Terra, despertando o interesse do discente no aprendizado da disciplina e, também, em buscar a carreira de pesquisador na graduação e na pós-graduação.

É dessa forma que a abordagem do tema escolhido neste artigo se justifica, pois se objetiva desenvolver uma aplicação dos conceitos dos fenômenos de reflexão e refração das ondas de rádio, abordar o significado de ionosfera e sua importância para a comunicação, e o entendimento de que, quanto maior a altura da região ionosférica refletora, maior será o alcance do sinal refletido. Ainda, visa a abordar por que determinadas frequências de rádios só são sintonizadas no período noturno, em determinadas regiões. Por último, objetiva-se demonstrar o caminho que levará à construção do gráfico da altura *versus* hora local de uma das regiões ionosféricas, previamente selecionada, para visualizar a sua evolução ao longo do dia. Como exemplificado no Gráfico 1, em relação à camada F_2 , para o período de 1 a 5 de julho de 2021.

Gráfico 1 – Variação da altura da região F_2 , no período de 1 a 5 de julho de 2021



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Metodologia

Este artigo tem como público-alvo os discentes do 2º ano do ensino técnico, na forma articulada integrada ao Ensino Médio do Instituto Federal do Maranhão, campus Açailândia, pois o conteúdo de ondas, geralmente, é abordado nesta série.

Antes de iniciar com o tema ionosfera, é preciso capacitar o discente para entender e executar, de forma satisfatória. Dessa forma, é necessário planejar e ministrar as aulas aos discentes. São previstos dez planos de aulas, relacionados à óptica e às ondas. Optou-se por incluir o conteúdo de óptica, por entender que a reflexão e a refração da luz contribuem com a aplicação desses fenômenos em ondas. Os dez planos de aula são:

- Introdução à óptica geométrica.
- Reflexão da luz em espelhos planos.
- Espelho esféricos: conjugação de imagens.
- Espelhos esféricos: equação da conjugação de imagens e aumento linear transversal.
- Refração da luz.
- Lâminas, prismas e fibra óptica.
- Lentes esféricas.
- Instrumentos ópticos.
- Ondas mecânicas: movimento ondulatório.
- Cordas vibrantes, ondas bidimensionais e som.

Para concretizar este trabalho, será elaborada, como produtor virtual, uma trilha pedagógica com cinco etapas. Na primeira etapa, o discente será submetido a um questionário simples e objetivo, abordando os fenômenos ópticos e ondulatórios, o cálculo do alcance de um raio de luz e de um pulso ondulatório, levando-o a reconhecer que, em raios de luz ou pulsos de onda que possuem o mesmo ângulo de incidência, quanto mais distante da fonte estiver a superfície/área refletora, maior será o alcance.

Na segunda etapa, será apresentado, ao discente, os conceitos da ionosfera, por meio de texto informativo e um questionário com perguntas objetivas, que culminem no conhecimento sobre o perfil da ionosfera (gráfico de altura *versus* frequência) e a importância dessa região na comunicação via rádio.

Na terceira etapa, o discente fará um levantamento das ionossondas que possuem dados disponíveis no setor brasileiro, utilizando o DIDBase, e apresentará esses dados de duas formas: em uma tabela, que deve constar a localidade da ionossonda e as coordenadas geográficas, e plotando, no mapa brasileiro, os pontos onde essas ionossondas estão localizadas.

Na quarta etapa, o discente apresentará dois gráficos: gráfico da altura *versus* horário local e gráfico da frequência *versus* horário local, de uma das regiões ionosféricas em um determinado dia a ser escolhido. Para a construção dos gráficos, o educando utilizará os dados de ionossondas, disponíveis no DIDBase. A ideia dessa etapa é mostrar que as regiões ionosféricas variam de acordo com o horário local, ao longo do dia, tornando-se intensa no período diurno e fraca (ou ausente) no período noturno. Por último, na quinta etapa, o discente apresentará um texto simples, com a análise dos resultados encontrados na terceira etapa e as conclusões.

Resultados e Discussão

A ideia inicial foi trabalhar um tema relacionado ao estudo das camadas E-esporádicas. Entretanto, observou-se que, antes de tratar dessa área, seria necessário abordar a região ionosférica em uma visão geral. Por isso, este trabalho é bastante importante, pois inicia o processo de abordagem da Física Espacial entre os discentes da instituição em que trabalho.

Este artigo foi pensado como meio de divulgação e incentivo ao estudo da região ionosférica, além de pretender submeter outros projetos PIBIC para o estudo das três regiões ionosféricas (regiões D, E e F) e, somente depois, abordar, por meio de outro projeto PIBIC, as camadas E-esporádicas.

O estudo da região ionosférica foi pensado porque, nessa região, consegue-se identificar diversos temas abordados no Ensino Médio. Dessa forma, este trabalho convergiu para o programa de extensão, denominado de metodologias e estratégias de ensino-aprendizagem, e o projeto de extensão práticas pedagógicas na educação básica em tempos de ensino a distância, propondo, como produto virtual, uma trilha pedagógica, em que o discente será motivado a conhecer desde o conceito da ionosfera terrestre, sua divisão em regiões e como ocorre o processo de refração e reflexão de ondas de rádio.

Foi necessário desenvolver uma etapa durante o período de estágio, chamada de observação virtual, que foi bastante motivadora. Foi satisfatório saber a quantidade de alunos que o Instituto Federal do Maranhão (IFMA), campus Açailândia, atende, bem como a quantidade de professores, que possuem somente graduação, pós-graduação *latu sensu*, mestrado e doutorado. Além disso, foi importante conhecer o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) da escola e identificar o que deve ser feito para melhorá-lo.

A parte estrutural também chamou bastante a atenção, pois mostrou os recursos disponíveis na escola, assim como os laboratórios em funcionamento. Essas informações servem, até mesmo, como fator de divulgação ao público externo, sobre o tamanho e os recursos que a escola disponibiliza.

Considerações Finais

A realização deste trabalho foi bastante importante, pois serviu como passo inicial para concretizar uma ideia que era planejada desde março de 2020, quando foi pensado trabalhar com alunos a área de pesquisa em Física Espacial. Inicialmente, a ideia foi trabalhar com os alunos do ensino superior e partir diretamente para o estudo do tema de camadas E-esporádicas. Como ainda não havia tido contato com o ensino superior, a abordagem do tema não foi iniciada. A partir da necessidade de preparar um projeto de pesquisa, proposto pelo Estágio Curricular Supervisionado, em seguida, foi possível fazer uma adaptação do tema para o Ensino Médio. A partir desse trabalho, surgiu a ideia de preparar outros projetos sequenciais sobre regiões ionosféricas e submeter aos programas de pesquisa PIBIC. Os demais projetos ainda não foram preparados, mas já estão em fase inicial de construção.

Ainda, na primeira etapa, foi bastante enriquecedor, a sugestão da preparação dos planos de aula, pois propõe uma reflexão aprofundada sobre a contextualização prática do tema, com exemplos físicos, para contextualizar, como a utilização de uma colher, para exemplificar espelhos esféricos. Os vídeos disponibilizados na trilha de aprendizagem trabalharam, com perfeição, essa contextualização e ressaltaram a necessidade de escrever o passo a passo do que seria feito nas aulas, tornando o ato de ministrar a aula mais organizado e produtivo. A sugestão de simuladores, feita pela tutora externa, também contribuiu bastante para preparação de uma boa aula.

Em relação à segunda etapa do Estágio Supervisionado, foi bastante satisfatório e enriquecedor conhecer melhor a escola. Pesquisar essas informações levou à leitura integral do PPI e do PDI da instituição. Além das informações solicitadas, foi possível ter acesso a outras informações, como gastos anuais, fluxo de alunos e de professores. Essa pesquisa levantou, ainda, uma dúvida sobre o destino que tiveram os egressos, como se eles fizeram curso superior ou se conseguiram emprego na área de formação do curso técnico, o que abriu espaço para mais outro projeto de pesquisa, visando a buscar essas informações que, atualmente, não estão disponíveis/organizadas.

Dessa forma, este artigo foi bastante enriquecedor, contribuindo tanto para uma melhora na preparação das aulas e no perfil de pesquisador quanto para auxiliar na preparação de novos projetos a serem realizados com os discentes, propiciando a construção do conhecimento.

Referências

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: Ministério da Educação, 2017.

CONCEIÇÃO-SANTOS, F. **Ocorrência e modelagem das camadas E-esporádicas em baixas latitudes no setor brasileiro**. 2020, 164f. Tese (Doutorado em Física e Astronomia) – Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP), São José dos Campos, 2020.

HUNSUCKER, R. D. **Radio Techniques for Probing the Terrestrial Ionosphere**. Berlim: Springer-Verlag, 1991.

KIRCHHOFF, V. W. H. **Introdução à Geofísica Espacial**. São José dos Campos: Nova Stela, Edusp e FAPESP, 1990.

MARTINS, R. M. **RDT – Radiotransmissão**. São José: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, 2015. Disponível em: https://wiki.sj.ifsc.edu.br/images/7/7e/2.2IFSC_Integrado_RDT_2015_1.pdf. Acesso em: 22 ago. 2021.

TASCIONE, T. F. **Introduction to the Space Environment**. 2nd. ed. Florida: Krieger Publishing Company, 1994.



OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS COMO PROPOSTA METODOLÓGICA NA CONSTRUÇÃO DO ENSINO-APRENDIZAGEM DA TEMÁTICA VELOCIDADE MÉDIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

The three pedagogical moments as a methodological proposal in the construction of teaching and learning of the thematic medium speed in basic education

Adriana Araújo de Souza Laskowski¹
Fernanda Cristina Borgatto²

Resumo: Este artigo consiste em uma revisão bibliográfica sobre os Três Momentos Pedagógicos e a possibilidade de aplicar tal metodologia na abordagem do conteúdo básico de Física de velocidade média a alunos do 1º ano do Ensino Médio da educação básica. O objetivo é buscar desenvolver uma proposta de ensino do conteúdo básico de velocidade média a partir da problematização temática “velocidade e os animais silvestres e domésticos”, articulada nos Três Momentos Pedagógicos, a fim de construir uma aprendizagem que seja, ao mesmo tempo, motivadora e efetiva aos alunos que estão nessa etapa da escolarização. Assim, para que ocorra a construção do conceito de velocidade média pelos educandos, a partir da abordagem temática proposta nos Três Momentos Pedagógicos, propõe-se que ela seja desenvolvida com base na sua presença na natureza, especificamente na velocidade dos animais. Essa proposta de aprendizagem permite construir os conceitos científicos presentes no conteúdo de velocidade média, a partir da sua relação tanto com temas ambientais (velocidade dos animais) como também com temas sociais (atropelamento de animais silvestres e domésticos), o que possibilita, aos alunos, observar e refletir além dos cálculos matemáticos, ou seja, essa metodologia mostra que o conhecimento teórico envolvido faz parte de um contexto muito mais amplo, uma vez que envolve situações reais da sociedade.

Palavras-chave: Os Três Momentos Pedagógicos. Problematização. Proposta Metodológica. Velocidade Média. educação básica.

Abstract: This article consists of a bibliographic review on the Three Pedagogical Moments and the possibility of applying this methodology in approaching the basic content of medium speed Physics to students of the 1st year of High School of Basic Education. The objective was to seek to develop a proposal for teaching the basic content of medium speed from the thematic problematization “speed and wild and domestic animals” articulated in the Three Pedagogical Moments, in order to build a learning that is both motivating and effective for students. students at this stage of schooling. Thus, for the construction of the concept of average speed by the students from the thematic approach proposed in the Three Pedagogical Moments, it is proposed that it be developed from its presence in nature, specifically in the speed of animals. This learning proposal makes it possible to build the scientific concepts present in the average speed content from its relationship with both environmental issues (animal speed) and social issues (running over wild and domestic animals), which allows students to observe and reflect beyond mathematical calculations, that is, this methodology shows that the theoretical knowledge involved is part of a much broader context, since it involves real situations in society.

Keywords: The Three Pedagogical Moments. Problematization. Methodological Proposal. Average speed. Basic education.

¹ Acadêmica do Curso de Licenciatura em Física da UNIASSSELVI.

² Tutora externa do Curso de Física da UNIASSSELVI, Polo de Porto União/SC; e-mail: fernandaborgatto@hotmail.com.

Introdução

A educação básica, como o próprio nome já diz, contém os conteúdos considerados básicos das áreas das ciências humanas e das ciências da natureza, para que os sujeitos, que dela participam, possam compreender os diferentes contextos que as envolvem e o mundo em que vivem. Composto as ciências da natureza, encontra-se o componente curricular de Física, que, em seus fundamentos teórico-metodológicos, contém três conteúdos estruturantes: movimento, termodinâmica e eletromagnetismo, os quais fundamentam e norteiam a abordagem pedagógica dos seus conteúdos básicos e específicos, servindo, portanto, de referência para o ensino da Física, enquanto disciplina escolar (PARANÁ, 2008).

De acordo com essa organização da Física na educação básica, o conteúdo estruturante do movimento é abordado na parte da mecânica conhecida como cinemática, que usa a matemática para descrever os modelos observados (NAPOLITANO; LARIUCCI, 2001). Sobre o uso da matemática como ferramenta para desenvolver os conceitos da Física, é importante refletir sobre a colocação que a diretriz curricular de Física do Estado do Paraná faz sobre essa questão:

Ainda que a linguagem matemática seja, por excelência, uma ferramenta para essa disciplina, saber Matemática não pode ser considerado um pré-requisito para aprender Física. É preciso que os estudantes se apropriem do conhecimento físico, daí a ênfase aos aspectos conceituais sem, no entanto, descartar o formalismo matemático (PARANÁ, 2008, p. 56).

Assim, ao fazer uma abordagem com ênfase na parte conceitual da Cinemática, deve-se considerar que o conhecimento científico aí presente é resultado de uma construção científica humana o que implica que é cheia de significado histórico e social, e portanto, sua abordagem deve ir além de uma equação matemática (PARANÁ, 2008).

a cinemática tem uma significativa função propedêutica, e a consideramos fundamental para a compreensão cabal de outras grandes áreas da ciência. Em particular, o estudo da cinemática proporciona a familiarização dos estudantes com métodos que lhes serão úteis em muitas outras ocasiões e contextos (SOUZA; DONANGELO, 2012, p. 3503-1).

A fim de levar a significação dada à cinemática, por Souza e Donangelo (2012), para os alunos do 1º ano do Ensino Médio da educação básica, especificamente para o conteúdo básico de velocidade média, busca-se, por meio de uma revisão bibliográfica, desenvolver este artigo com base nos Três Momentos Pedagógicos propostos por Delizoicov e Angotti, em 1990 – o qual teve sua investigação, em 2002, por Delizoicov, Angotti e Pernambuco –, propondo uma didática metodológica em que o ensino dos conteúdos científicos de velocidade média possa estabelecer uma ligação com questões cotidianas, que devem ser mediadas pelo professor, por meio do diálogo deste com seus alunos, a fim de que a aprendizagem se efetive (BONFIM; COSTA; NASCIMENTO, 2018).

Diante dessas considerações que norteiam o conteúdo estruturante movimento, pergunta-se: como elaborar uma proposta de abordagem didática e metodológica em Física com base nos Três Momentos Pedagógicos para o seu conteúdo básico de velocidade média a alunos do 1º ano do Ensino Médio da educação básica, considerando os conhecimentos específicos que o compõe – as grandezas distância e o tempo?

Com base nessa questão norteadora, busca-se desenvolver, neste artigo, uma proposta de ensino do conteúdo básico de velocidade média a partir da problematização articulada nos Três Momentos Pedagógicos, a fim de construir uma aprendizagem que seja motivadora e, ao mesmo tempo efetiva, para os alunos do 1º ano do Ensino Médio da educação básica.

Referencial Teórico

Os Três Momentos Pedagógicos e a Abordagem Temática

A cinemática é um dos primeiros ramos da Física, apresentados nos livros didáticos do Ensino Médio, que os alunos têm contato e a sua compreensão se faz importante para dar continuidade ao estudo dos demais conteúdos da Física, o que justifica o seu estudo (SANTANA, 2019). No entanto, a cinemática, nos últimos anos, tem perdido espaço no currículo de Física (SOUZA; DONANGELO, 2012; GALAN, 2018).

A desilusão com o tema se deve justamente à pura matematização dos conceitos principais o que têm prejudicado a capacidade de raciocínio dos alunos e contribuído para formação de uma imagem errônea da Física, de que esta é um acúmulo de fórmulas a serem decoradas e aplicadas em situações evidentemente artificiais (GALAN, 2018, p. 6).

Ao analisar o contexto histórico da educação, percebe-se que, nas últimas décadas, surgiram mudanças sociais significativas, com as quais temos que lidar, como as mudanças no perfil do profissional desejado para o mercado de trabalho, o que requer uma nova postura do ensino e um novo objetivo para a formação em Ciências, o que leva a uma busca por romper com o modelo educacional vigente, e, como consequência, surgem várias propostas para atender ao perfil desejado para a atualidade (BRITO; GOMES, 2021).

De acordo com Brito e Gomes (2021, p. 7), “a atitude do professor de Ciências na sala de aula sofre grande influência de sua concepção de Ciência, de seus valores, experiências prévias e personalidade”, o que leva a refletir sobre a importância da formação continuada da docência, bem como do incentivo à pesquisa de novos métodos didático-pedagógicos a serem implementados no espaço escolar.

Assim, diante da necessidade de uma nova postura no ensino de Ciências, o qual envolve o ensino do componente curricular de Física, é importante destacar que, ao levar em conta o conhecimento prévio dos estudantes na construção do processo de ensino-aprendizagem, o docente deve considerar o fato de que a ciência atual rompe com a ideia, colocada pelo senso comum, do que é imediato, perceptível e do que pode ser tocado, ou seja, com o real, sendo preciso um processo de enculturação no qual o estudante apropria-se das teorias científicas para adentrar ao mundo da ciência, em que “o real é uma construção e não se constitui num mundo dado” (CARVALHO FILHO, 2006, p. 4 *apud* PARANÁ, 2008, p. 56).

Essas colocações vêm ao encontro de criar possibilidades para a produção ou, mesmo, a construção do conhecimento, como na concepção de Paulo Freire; nessa linha de pensamento freiriana, Delizoicov e Angotti, em 1982, buscaram, por meio da abordagem temática, romper com o ensino tradicional, propondo os Três Momentos Pedagógicos, uma metodologia ativa que sugere, para a educação formal, a transposição da concepção de Paulo Freire sobre a investigação temática (BONFIM; COSTA; NASCIMENTO, 2018; MARENGÃO, 2012; GESSER, 2018).

Segundo Gesser (2018, p. 8), “a abordagem temática trabalha com problemas reais que estão inseridos na sociedade, tendo como base os conhecimentos científicos necessários para resolvê-los”. Assim, diante dessa abordagem, Delizoicov e Angotti articularam, em 1990, a proposta metodológica dos Três Momentos Pedagógicos nas seguintes etapas: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento (BONFIM; COSTA; NASCIMENTO, 2018; MARENGÃO, 2012; GESSER, 2018), conforme resumido no Quadro 1.

Quadro 1. Etapas que caracterizam a abordagem dos três momentos pedagógicos e suas especificações

Problematização inicial	Organização do conhecimento	Aplicação do conhecimento
Relacionar situações cotidianas que os alunos não conseguem interpretar corretamente ou por completo, por meio da apresentação de questões e/ou situações, criando um diálogo que promova conhecimentos científicos suficientes para a aprendizagem da problematização apresentada. Deve-se observar como o aluno se posiciona e compreende as questões e/ou as situações que lhes são apresentadas.	Aprofundar definições, conceitos, relações, leis, apresentadas no texto introdutório, incorporando os conceitos científicos nas discussões, usando para tal a diversificação da informação, com a sugestão de materiais para consulta e atividades para serem desenvolvidas, a fim de complementar as discussões, incentivar, melhorar a sistematização dos conhecimentos e organizar a aprendizagem.	Abordar o conhecimento de forma sistemática, mantendo a postura problematizadora e levantando questões que não foram colocadas pelos alunos, de modo a ser incorporado pelo aluno e possa permitir que este analise e interprete não apenas as situações iniciais que determinaram o seu estudo, mas também “outras situações que não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, mas que são explicadas pelo mesmo conhecimento” (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990, p. 31 <i>apud</i> BONFIM; COSTA; NASCIMENTO, 2018, p. 189).

Fonte: Elaborado pelas autoras (2021).

Ao analisar as etapas da proposta metodológica dos Três Momentos Pedagógicos, percebe-se que elas contemplam a orientação do processo de ensino-aprendizagem colocada nas diretrizes curriculares de Física do Estado do Paraná:

O processo de ensino-aprendizagem, em Física, deve considerar o conhecimento trazido pelos estudantes, fruto de suas experiências de vida em suas relações sociais. Interessam, em especial, as concepções alternativas apresentadas pelos estudantes e que influenciam a aprendizagem de conceitos do ponto de vista científico (PARANÁ, 2008, p. 56).

Diante dessa linha de pensamento, este artigo propõe uma sequência didática metodológica do conteúdo velocidade média com base nos Três Momentos Pedagógicos, objetivando ajudar a desenvolver o ensino-aprendizagem desse conteúdo por professores e alunos, uma vez que o seu estudo se apresenta como um conceito-chave para a compreensão do conteúdo estruturante da cinemática, o qual estuda os movimentos sem se preocupar com as causas desse movimento, ou seja, o estudo se dá a partir dos deslocamentos realizados e dos intervalos de tempo dos respectivos deslocamentos, sem questionar o que provocou essas variações (SANTANA, 2019).

Quando as variações de posições sofridas em um certo intervalo de tempo são analisadas, pode-se averiguar o quão rápido é esse movimento, o que implica a ideia da velocidade do movimento: “a velocidade média de um corpo como a relação existente entre um deslocamento escalar realizado e o intervalo de tempo necessário” (SANTANA, 2019, p. 26).

Essa definição pode ser representada matematicamente, como mostra o Quadro 2.

Quadro 2. Expressão matemática da velocidade média

Fórmula	Significado dos símbolos	Unidades padrão de medidas
$V_m = \frac{\Delta S}{\Delta t}$	V_m → é a velocidade média de um corpo ΔS → é a variação do deslocamento escalar realizado Δt → é a variação do intervalo de tempo necessário para o deslocamento	V_m → m/s ou km/h ΔS → m ou km Δt → s ou h

Fonte: Elaborado pelas autoras (2021).

Cabe ressaltar que este trabalho não pretende abordar os conceitos específicos que envolvem o estudo da velocidade média, como referencial, espaço, tempo etc., posto que esse não é o objetivo central da pesquisa, uma vez que esses conceitos são de fácil acesso, tanto nos livros didáticos de ciências do 9º ano do Ensino Fundamental quanto nos livros didáticos de Física do Ensino Médio, mas, sim, desenvolver uma proposta didático-metodológica para compreender o que é velocidade média, com base nos Três Momentos Pedagógicos.

Metodologia

Este artigo tem sua organização baseada em uma pesquisa científica de revisão bibliográfica acerca dos Três Momentos Pedagógicos, visando a elaborar, a partir dessa didática, uma proposta didático-metodológica do conteúdo sobre velocidade média, que possibilite ajudar e/ou melhore a sua abordagem, bem como a sua aprendizagem pelos alunos do 1º ano da educação básica.

Para tal, o estudo de revisão bibliográfica foi realizado utilizando o portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e o Google Acadêmico, com recorte temporal para os últimos 10 anos. Os termos de busca utilizados neste estudo foram: Três Momentos Pedagógicos, problematização e velocidade média.

De acordo com Bastos e Keller (1995, p. 53 *apud* SOUZA; OLIVEIRA; ALVES, 2021, p. 65), “A pesquisa científica é uma investigação metódica acerca de um determinado assunto com o objetivo de esclarecer aspectos em estudo”. Para Gil (2002, p. 17 *apud* SOUZA; OLIVEIRA; ALVES, 2021, p. 65), “A pesquisa é requerida quando não se dispõe de informação suficiente para responder ao problema, ou então quando a informação disponível se encontra em tal estado de desordem que não pode ser adequadamente relacionada ao problema”.

Resultados e Discussões

Ao término deste artigo, cabe salientar que na área Ciências da natureza e suas Tecnologias, a qual compõe a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), traz, no seu escopo, o desenvolvimento das habilidades¹ e das dez competências², que são contempladas pela proposta didática apresentada neste artigo (BRASIL, 2018).

¹ Identificação, transformação e compreensão.

² Conhecimento, pensamento científico, crítico e criativo, repertório cultural, comunicação, cultura digital, trabalho e projeto de vida, argumentação, autoconhecimento e autocuidado, empatia e cooperação, autonomia e responsabilidade.

Com base nesse documento norteador da educação, a abordagem didática do conteúdo sobre velocidade média é pensada sendo desenvolvida no ensino de Ciências da natureza no componente curricular de Física, para o 1º ano do Ensino Médio, apoiando-se, para tal, nos três Momentos Pedagógicos, a fim de desenvolver as competências e as habilidades que permeiam o seu estudo.

A partir do estudo de revisão realizado neste artigo, foi possível não apenas compreender os conceitos científicos acerca da possibilidade de abordagem didática da temática “velocidade média dos animais”, mas, principalmente, do resultado da elaboração de uma proposta didática que será aplicada no ensino de Física no 1º ano do Ensino Médio da educação básica.

Assim, o desenvolvimento deste artigo possibilitou elaborar uma proposta didático-metodológica, na qual há a possibilidade de construir os conceitos científicos do conteúdo básico sobre velocidade média, a partir da sua relação tanto com temas ambientais (velocidade dos animais) como, também, com temas sociais (atropelamento de animais silvestres e domésticos), pois, ao deixar de focar no desenvolvimento desse conteúdo, a partir da sua fórmula matemática, e discuti-lo na concepção da abordagem temática presente nos Três Momentos Pedagógicos, criou-se uma possibilidade de melhorar a qualidade do seu ensino e da aprendizagem por parte dos alunos, mostrando que o conhecimento teórico envolvido faz parte de um contexto muito mais amplo, ou seja, envolve situações reais.

Para a construção do conceito de velocidade média a partir da abordagem temática proposta nos Três Momentos Pedagógicos, sugere-se que a temática seja desenvolvida considerando a sua presença na natureza, especificamente na velocidade dos animais. No Quadro 3, é apresentada a proposta de sequência didática elaborada a partir dos Três Momentos Pedagógicos.

Quadro 3. Abordagem da temática velocidade média a partir dos três momentos pedagógicos

Primeiro momento pedagógico: problematização inicial
<ul style="list-style-type: none">- Leitura do texto: <i>Velocidade humana e velocidade animal</i> (Anexo A).- Discussões: no texto, Bolt usa a velocidade para competir. Na sua opinião, quais motivos levam os animais irracionais a desenvolverem velocidade? <p>Após anotar, no quadro, as respostas dos alunos, o professor deve questionar: o que vem a ser velocidade? Novamente, deve-se anotar as respostas dos alunos e apresentar o conceito científico da velocidade média.</p>

Segundo momento pedagógico: organização do conhecimento

Nesse momento, deve ocorrer a mediação do educador, o qual pode fornecer novas informações acerca das concepções espontâneas dos alunos, dando mais qualidade científica aos fatos, a fim de elucidar as noções equivocadas, por meio de atividades.

- Atividade proposta 1: leitura do texto *Qual animal é mais veloz?* (Anexo B).
- Discutir, com os alunos, sobre a unidade de velocidade escalar média, esclarecendo que metros por segundo (m/s) é a unidade padrão utilizada, de acordo com o Sistema Internacional de Unidades (SI), mas que quilômetros por hora (km/h) são comumente utilizados, o que torna necessário realizar a conversão entre essas duas unidades: para converter m/s em km/h, multiplica-se o valor da velocidade por 3,6; e, para converter de km/h para m/s, divide-se o valor da velocidade por 3,6.
- Perguntar se os alunos entendem a relação da conversão de unidades com 3,6. Se a resposta for negativa, apresentar a origem e o porquê da utilização do valor 3,6 para essa conversão (sugestão de explicação no link: <https://efeitojoule.com/2019/03/como-transformar-kmh-em-ms-quilometros/>).
- Após ler as informações dadas no texto e a discussão acerca da transformação das unidades, apresentar as seguintes questões para os alunos responderem:
 1. Qual o tempo utilizado por um falcão-peregrino para voar 800 m, numa trajetória retilínea, mantendo a sua velocidade máxima?
 2. Com base no mesmo cálculo, qual o tempo utilizado pelo guepardo? Estabeleça uma relação entre o tempo utilizado entre os dois animais.
 3. Com base n as informações dadas, suponha que ambos avistem uma presa, ao mesmo tempo, e disparem em sua direção, traçando trajetórias retilíneas. O guepardo está a 600 m da presa em trajetória horizontal e o falcão peregrino a 1100 m em trajetória vertical (descreve um mergulho). Qual deles atingirá primeiro a presa? (SILVA; FILHO, 2010, p. 62).

Terceiro momento pedagógico: aplicação do conhecimento

- Vídeo: reportagem sobre o problema do atropelamento de animais silvestres (disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Q6bNsuID0Y0>).
- Questão discursiva: será que são os animais silvestres os responsáveis pelos acidentes no trânsito?
- Questão discursiva: você sabe qual é a velocidade permitida de um veículo em uma rodovia? Nessa velocidade, será que é possível evitar um acidente?
- Leitura da reportagem: *Após ser atropelada, cadela volta a andar com a ajuda de aparelho e busca novo lar* (disponível em: <http://g1.globo.com/sp/santos-regiao/noticia/2013/07/apos-ser-atropelada-cadela-volta-andar-com-aparelho-e-busca-novo-lar.html>).
- Questão discursiva: qual é a velocidade máxima que um carro pode atingir?
- Questão discursiva: as altas velocidades são, realmente, necessárias para os seres humanos?
- Proposta de redação com o tema: velocidades – quando e como podem ser usadas para fazer o bem?
- Encaminhar as questões (Apêndice A), a fim de verificar se os alunos conseguem associar os conhecimentos científicos adquiridos na resolução das questões-problema apresentadas.

Fonte: Elaborado pelas autoras (2021).

A organização dos conhecimentos que norteiam o conteúdo de velocidade média, considerando sua existência em animais silvestres e domésticos, bem como o atropelamento desses animais, aliado à proposta dos Três Momentos Pedagógicos, permite sugerir uma abordagem didático-metodológica para os alunos do 1º ano do Ensino Médio da educação básica, com diálogo e reflexão crítica sobre questões sociais, como a alta velocidade dos condutores de veículos e os acidentes com os animais.

Considerações Finais

Com a articulação da metodologia dos Três Momentos Pedagógicos que apresenta, em sua proposta, a abordagem temática ao conteúdo básico de velocidade média, tem-se a possibilidade de melhorar a autonomia dos estudantes em questionar (e questionar-se) quanto aos saberes científicos e empíricos presentes nas diferentes etapas do processo de aprendizagem que compõem essa metodologia, o que dá significado ao estudo da velocidade média, uma vez que as questões pertinentes ao conteúdo não estão aqui apresentadas simplesmente como forma de memorizá-las ou resolvê-las por expressões matemáticas de forma mecanizada.

Ao término deste artigo, fica clara a importância da constante busca docente por metodologias que transitem da abordagem tradicional para as necessidades educacionais científicas vigentes, ou seja, aliar, na prática, metodologias que possibilitem obter resultados de ensino-aprendizagem eficientes dos conteúdos trabalhados na sala de aula, que, ao mesmo tempo, proporcionem uma formação cidadã mais consciente.

Referências

BONFIM, D. D. S.; COSTA, P. C. F.; NASCIMENTO, W. J. do. A Abordagem dos Três Momentos Pedagógicos no Estudo de Velocidade Escalar Média. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 1, 2018.

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

BRITO, L. P. de; GOMES, N. F. O Ensino de Física através de temas no atual cenário de ensino de Ciências. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC), 6, p. 1- 11, 2007. **Anais [...]** Florianópolis: ABRAPEC, 2007.

DE SOUSA, A. S.; DE OLIVEIRA, G. S.; ALVES, L. H. A pesquisa bibliográfica: princípios e fundamentos. **Cadernos da FUCAMP**, v. 20, n. 43, 2021.

GALAN, E. uma abordagem alternativa para o estudo da velocidade média e da velocidade instantânea no ensino fundamental. *In*: 7º CONGRESSO PESQUISA DO ENSINO. Inovação Educação. O Tempo dos Professores. **Anais do SinproSP**, 2018. Disponível em: http://www1.sinprosp.org.br/conpe7/revendo/Sinpro7/assets/epifanio_galan_abord_alt_veloc_media_inst.pdf. Acesso em: 23 jul. 2021.

GESSER, E. H. dos S. **Os Três Momentos Pedagógicos**: uma análise das potencialidades a partir do tema geração de energia elétrica. 2018, 59f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2018. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/9888>. Acesso em: 28 jul. 2021.

MARENGÃO, L. S. L. **Os Três Momentos Pedagógicos e a Elaboração de Problemas de Física pelos Estudantes**. 2012, 82f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) –Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia, 2012. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tde/561/1/Dissertacao%20Leonardo%20S%20L%20Marengao.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2021.

NAPOLITANO, H. B.; LARIUCCI, C. Alternativa para o Ensino da Cinemática. *Inter-Ação. Rev. Fac. Educ. UFG*, [s. l.], v. 26, n. 2, p. 119-129, jul./dez. 2001. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/interacao/article/download/1604/1569/>. Acesso em: 30 jan. 2023.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. Departamento de educação básica. **Diretrizes Curriculares da educação básica Física**. Curitiba: SEED, 2008.

SANTANA, A. B. **Sequência didática**: uso de mapas mentais e mapas conceituais no auxílio à aprendizagem significativa do conceito de velocidade média, com foco na alfabetização científica. 2019, 82f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-graduação, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/50580>. Acesso em: 26 jul. 2021.

SILVA, C. X. da; FILHO, B. B. **Coleção Física aula por aula: mecânica**. v. 1. São Paulo: FTD, 2010.

SOUZA, P. V. S.; DONANGELO, R. Velocidades média e instantânea no Ensino Médio: uma possível abordagem. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 34, n. 3, 2012.

XAVIER, C. S.; BENIGNO, B. F. **Física aula por aula: eletromagnetismo, ondulatória, física moderna**. São Paulo: FDT, 2010.

APÊNDICE A

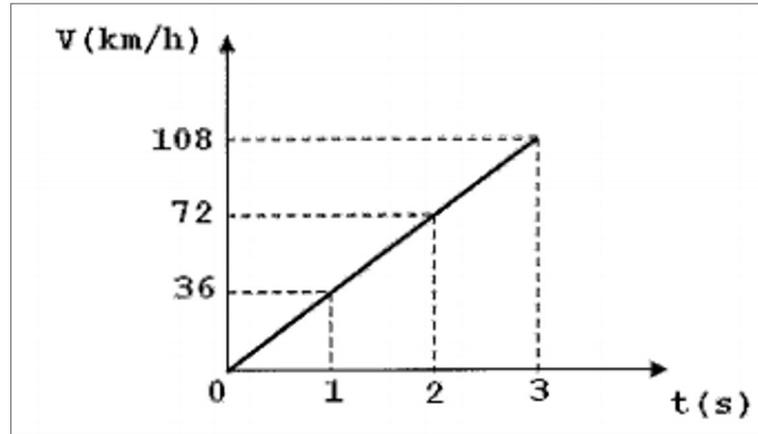
Questões para Desenvolver o Conhecimento

- 1 Uma águia consegue atingir a velocidade de 180 km/h. Qual é a distância, em quilômetros, que ela consegue percorrer em 10 min com essa velocidade constante?
- 2 Um caramujo desloca-se em linha reta, no plano horizontal de um piso, a uma velocidade média de 1,5 mm/s, enquanto um bicho-preguiça se desloca em linha reta, subindo em uma árvore, a uma velocidade média de 2 m/min. Qual dos animais é o mais lento?
- 3 (Unimontes, 2005) O guepardo é um animal da família dos felinos que tem a fama de ser o mais rápido animal terrestre. Ele é um grande caçador e sua especialidade é o ataque de surpresa. Como se surgisse do nada, ele cai sobre um rebanho que pasta e, mesmo animais ágeis – como a gazela, o antílope, a zebra, o avestruz e o gnu – não podem escapar. Em uma ocasião, um deles correu 640 metros em 20 segundos (medidos com cronômetro). É o felino mais veloz em distâncias curtas. Quando supera os 400 ou 500 metros, tem que descansar ou seu organismo pode entrar em colapso, provocando sua morte. Com base nessas afirmações sobre o guepardo, pode-se afirmar CORRETAMENTE que a velocidade média de um deles, durante uma perseguição, e o intervalo de tempo que ele pode correr nessa velocidade, sem riscos para sua vida, são, respectivamente:



Fonte: <https://www.portaldosanimais.com.br/curiosidades/curiosidades-do-guepardo/>. Acesso em: 26 jul. 2021.

- a) 92,9 km/h e entre 15,5 e 19,4 segundos.
 - b) 74,2 km/h e entre 19,4 e 24,3 segundos.
 - c) 115,2 km/h e entre 12,5 e 15,6 segundos.
 - d) 59,3 km/h e entre 24,3 e 30,4 segundos.
- 4 Um canguru, que mora em um zoológico, demora 12 segundos para atravessar a sua jaula, que mede 25 metros de comprimento. Qual é a velocidade média do canguru em km/h?
 - 5 Usain Bolt adota animal mais veloz do mundo NAIRÓBI – O campeão olímpico e mundial de provas de velocidade Usain Bolt adotou, na segunda-feira, um filhote de guepardo no Parque Nacional Nairóbi, no Quênia. Os guepardos estão entre os mais velozes e habilidosos predadores do mundo, capazes de alcançar a velocidade de 112 quilômetros por hora. O filhote adotado pelo corredor jamaicano foi batizado de Lightning Bolt (Raio). O gráfico a seguir mostra a evolução da velocidade do guepardo durante a caça. Analisando o gráfico, é possível concluir que a aceleração escalar média do guepardo tem o valor de:



- a) 2 m/s^2 .
- b) 5 m/s^2 .
- c) 7 m/s^2 .
- d) 10 m/s^2 .
- e) 12 m/s^2 .

ANEXO A

VELOCIDADE HUMANA E VELOCIDADE ANIMAL

A natureza ainda marca pontos à frente de Bolt

Nicolau Ferreira

Ao fim de 41 passos, Usain Bolt bateu os cem metros. As passadas não foram todas dadas com a mesma rapidez, Bolt teve uma velocidade média de 37,58 km por hora e um máximo de 44,72 km por hora. Ainda assim, se o jamaicano tivesse do seu lado esquerdo um coelho e do direito um gato, ficaria só com a medalha de bronze. A verdade é que Bolt, o melhor *Homo sapiens sapiens* em velocidade, não é grande coisa se comparado com o resto do mundo natural, e nem sequer estamos a falar da chita – o animal terrestre mais rápido do mundo, que terminaria essa prova em 3,27 segundos a 110 km por hora.



Fonte: <https://oglobo.globo.com/esportes/usain-bolt-comparado-aos-animais-3168239>. Acesso em: 1 ago. 2021.

Contra os herbívoros, Bolt ficava no fim da tabela. Podia empatar contra a impala, que corre a 47 km por hora, e ganhava com facilidade ao dromedário, mas, se a capivara se juntasse à corrida – uma espécie de antílope que vive na Índia e que corre a 105 km por hora –, Bolt passaria à liga de honra. Mesmo cavalos, vacas e as espécies de antílopes e gazelas, que correm em média entre os 60 e os 80 km por hora, deixavam o jamaicano para trás num instante. Os carnívoros também reservam surpresas. Grandes mamíferos que pareceriam lentos, como o urso-cinzentos ou o urso-negro, correm a uma velocidade máxima de 48 km por hora e bateriam Bolt. Os canídeos: cães, lobos, raposas, mabecos, que correm acima dos 50 até aos 72 km por hora, cortavam a meta antes do atleta; e os felinos, que ganham o ouro com a chita, também dão cartas com o tigre da Sibéria (80 km/hora) ou o gato, que foge “só” a 48 km por hora. Contra um urso-polar, que alcança os 40 km por hora ou um guaxinim, um pequeno carnívoro que alcança 26 km por hora, as apostas vão inteirinhas para o atleta. Para primatas, não estamos mal. Numa competição contra um gorila, que corre a 32 km por hora, Bolt podia estar descansado que ganhava o ouro. O jamaicano é rápido e até acredita vir a conseguir bater os 100 metros em 9,40 segundos – talvez a velocidade máxima permitida pela nossa anatomia. O corpo humano tem limites.

Fonte: adaptado de <https://www.publico.pt/2009/08/24/jornal/velocidade-humana-e-animal-17635139>. Acesso em: 1 ago. 2021.

ANEXO B

QUAL ANIMAL É MAIS VELOZ?

No universo das aves, o avestruz (*Struthio camelus*) desenvolve boa velocidade em terra, podendo chegar a 45 km/h quando perseguido. Algumas aves de rapina atingem velocidades muito maiores quando vão capturar uma presa. O falcão-peregrino (*Falco peregrinus*) é dos mais velozes, atingindo até 288 km/h durante um voo de mergulho.

Qual é o animal mais veloz?



Fonte: Xavier; Benigno (2010, p. 62)

Em terra, a competição pela sobrevivência exige recursos e estratégias variados. O guepardo (*Acinonyx jubatus*), favorecido pelo seu perfil aerodinâmico, chega a uma velocidade de 110 km/h e sua principal estratégia é o ataque-surpresa.