



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
NÚCLEO DE FORMAÇÃO DOCENTE
CURSO DE FÍSICA- LICENCIATURA

DENILSON GENIVAL DA SILVA

**EXPERIMENTOS DE FÍSICA OU MÁGICA? UMA PROPOSTA DE
EXPERIMENTAÇÃO PARA OS ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL**

Caruaru
2020

DENILSON GENIVAL DA SILVA

**EXPERIMENTOS DE FÍSICA OU MÁGICA? UMA PROPOSTA DE
EXPERIMENTAÇÃO PARA OS ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Física-licenciatura da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de licenciado em Física.

Área de concentração: Ensino de Física.

Orientadora: Prof^a. Dr^a Tassiana Fernanda Genzini de Carvalho

Caruaru

2020

Catálogo na fonte:
Bibliotecária – Maria Regina Borba - CRB/4 - 2013

S586e Silva, Denilson Genival da.
Experimentos de Física ou Mágica? Uma proposta de experimentação para os anos finais do Ensino Fundamental. / Denilson Genival da Silva. – 2020.
61 f.; il.: 30 cm.

Orientadora: Tassiana Fernanda Genzini de Carvalho.
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Física – Licenciatura, 2020.
Inclui Referências.

1. Curiosidade. 2. Ensino – Metodologia. 3. Física – Experiências. 4. Ensino fundamental. 5. Emoções e cognição. I. Carvalho, Tassiana Fernanda Genzini de (Orientadora). II. Título.

CDD 371.12 (23. ed.)

UFPE (CAA 2020-140)

DENILSON GENIVAL DA SILVA

**EXPERIMENTOS DE FÍSICA OU MÁGICA? UMA PROPOSTA DE
EXPERIMENTAÇÃO PARA OS ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Graduação em
Física-licenciatura da Universidade Federal
de Pernambuco, como requisito parcial para
a obtenção do título de licenciado em Física.

Aprovado em: 08/12/2020.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Tassiana Fernanda Genzini de Carvalho (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco/NFD

Profa. Dra. Ana Lúcia Galvão Leal Chaves (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco/NFD

Prof. Dr. Augusto Cesar Lima Moreira (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco/NICEN

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha família por estar sempre ao meu lado em todos os momentos bons ou ruins. A minha mãe, meus irmãos e irmã. Aos meus avós, e meus tios, que mesmo indiretamente contribuíram bastante para que eu pudesse chegar até aqui.

A minha orientadora Tassiana Carvalho por aceitar conduzir o meu trabalho de pesquisa, que quando eu mais precisei me acolheu e me ajudou, por todas as correções, dedicação e paciência. Aos professores João Eduardo, Gustavo Camelo, Ana Lúcia, Augusto Cesar, Ernesto Valdez e demais da Universidade, que me ajudaram em cada disciplina e em cada etapa nesses últimos anos.

Aos amigos que passaram por minha vida e que contribuíram de forma especial na minha jornada acadêmica e pessoal, Lívia Maria, João dos Anjos, Gustavo Georranys, Alyne Maria, Mateus Rodrigues, Jardelson Brito, Lenyton Mattos, Bruno Silva, Taís Cristina, Vivia Rafaela, Daniela Germano, Evane Flora, Jaelison Ramos e Isis Ramos, por terem me proporcionado momentos bons e inesquecíveis.

Aos meus colegas do curso pelas trocas de ideias e ajuda mútua. Juntos conseguimos avançar e ultrapassar todos os obstáculos.

Agradeço também a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES e a Pró-Reitora para Assuntos Estudantis - PROAES, que me ajudaram com os auxílios financeiros e que tiveram uma imensa importância na minha vida acadêmica e pessoal e que talvez sem os mesmos eu não teria conseguido concluir o curso.

“A imaginação é mais importante que o conhecimento”

Albert Einstein

RESUMO

Existe um certo desinteresse por parte dos alunos para com a disciplina de Física no Ensino Médio, seja pela falta de afinidade com ela e/ou pela ausência de motivação desde as etapas de ensino anteriores. O sistema de ensino está tão focado em preparar o aluno para o vestibular que esquece de preparar o aluno para o exercício da cidadania, desta forma, muitos alunos apenas decoram o conteúdo para as provas sem aprender efetivamente, resultando na falta de interesse pela disciplina estudada. Nessa perspectiva, elaborou-se uma proposta de aula e um instrumento de coleta de dados para investigar futuramente quais as consequências que podem ser geradas em alunos do 9º ano do Ensino Fundamental, no que diz respeito à aproximação com a disciplina, causadas por uma aula experimental de Física que propositalmente relaciona experimentos de Física com truques de mágica. A proposta foi realizada sob uma perspectiva qualitativa teórica, à luz da Teoria de Desenvolvimento de Henri Wallon, às perspectivas de educação e aos tipos de curiosidade, segundo Paulo Freire. Os experimentos selecionados foram baseados em efeitos aparentemente mágicos com o objetivo de causar efeitos iguais aos de uma mágica, como emoções, deslumbramento, curiosidade, ar de surpresa, maior nível de atenção, espanto e até mesmo o assombro, pois acredita-se ser possível que, a partir destes efeitos, o aluno seja afetado positivamente e isso promova uma motivação e uma curiosidade em relação à disciplina de Física. Foi elaborado um questionário com dez questões abertas e fechadas, cada uma com um objetivo específico para analisar a curiosidade, a afetividade e a motivação do aluno, e ainda suas opiniões sobre a aula, os experimentos e a metodologia. Com a aplicação da proposta, pode ser possível analisar as consequências da aula de acordo com todos os aspectos do referencial teórico, todavia, a mesma não foi aplicada devido a pandemia COVID-19, podendo ser aplicada, futuramente, por professores dos anos finais do Ensino Fundamental com o objetivo de afetar os alunos, deixando-os interessados pela disciplina de Física e assim fazendo-os ter vontade de aprender efetivamente o conteúdo.

Palavras-chave: Curiosidade. Afetividade. Experimentação. Física no Ensino Fundamental.

ABSTRACT

There is a certain lack of interest on the part of students towards the Physics subject in High School, either due to the lack of affinity with it and / or the lack of motivation since the previous teaching stages. The education system is so focused on preparing the student for the entrance exam that it forgets to prepare the student for the exercise of citizenship, in this way, many students just decorate the content for the tests without learning effectively, resulting in a lack of interest in the subject studied. In this perspective, a class proposal and a data collection instrument were developed to investigate the consequences that can be generated in 9th grade students, regarding the approach to the discipline, caused by a class Physics experiment that purposely links physics experiments to magic tricks. The proposal was carried out under a theoretical qualitative perspective, in the light of Henri Wallon's Development Theory, the perspectives of education and the types of curiosity, according to Paulo Freire. The selected experiments were based on apparently magical effects with the aim of causing the same effects as a magic, such as emotions, wonder, curiosity, air of surprise, a higher level of attention, amazement and even awe, as it is believed to be possible that, from these effects, the student is positively affected and this promotes motivation and curiosity in relation to the Physics subject. A questionnaire was prepared with ten open and closed questions, each with a specific objective to analyze the student's curiosity, affectivity and motivation, as well as their opinions about the class, experiments and methodology. The application of the proposal, it may be possible to analyze the consequences of the class according to all aspects of the theoretical framework, however, it was not applied due to the pandemic COVID-19, and may be applied in the future by teachers from the latter years of elementary school in order to affect students, leaving them interested in the Physics subject and thus making them want to learn the content effectively.

Keywords: Curiosity. Affectivity. Experimentation. Physics in Elementary School.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
2	MÁGICA E EXPERIMENTAÇÃO COMO RECURSO DIDÁTICO.....	15
2.1	TEORIA WALLONIANA.....	15
2.1.1	A integração organismo-meio.....	16
2.1.2	Integração cognitiva-afetiva-motora.....	16
2.2	MOTIVAÇÃO COMO FACILITADOR DA APRENDIZAGEM.....	20
2.3	A IMPORTÂNCIA DA EXPERIMENTAÇÃO.....	23
2.4	MÁGICA E EXPERIMENTAÇÃO.....	28
3	METODOLOGIA.....	32
3.1	PÚBLICO ALVO.....	34
4	A PROPOSTA E A EMOÇÃO DOS ESTUDANTES.....	35
4.1	EXPERIMENTOS.....	36
4.1.1	Lata mágica.....	36
4.1.2	Holograma 3D.....	39
4.1.3	Canudo eletrizante.....	43
4.1.4	Disco Colorido.....	46
4.2	QUESTIONÁRIO.....	51
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	56
	REFERÊNCIAS	59

1 INTRODUÇÃO

Ensinar Física na Educação Básica, nos dias atuais, está cada vez mais complicado. Na minha experiência pude ver e ouvir de outros colegas que a carga horária semanal não é suficiente para a quantidade de conteúdos exigidos, e os professores, em muitos casos, não são formados na área, o que faz com que ensinem de uma forma tradicional – apoiados apenas no livro didático, na transmissão dos conteúdos e nos exercícios de aplicação de fórmulas – onde muitos alunos não conseguem sentir prazer pelo aprendizado da disciplina.

O sistema de ensino está tão focado em preparar o aluno para o vestibular e para as avaliações externas, que se esquece inúmeras vezes de fazer com que ele aprenda o conteúdo efetivamente, reforçando quase que sempre o processo de decorar que, por ser uma atividade de mera repetição mecânica, faz com que o assunto seja memorizado a curto prazo, mas não ocorra a aprendizagem. O professor e as escolas, de um modo geral, deveriam sempre lembrar que “ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção.” (FREIRE, p. 21, 1996).

Felizmente, há alguns professores e pesquisadores que buscam de todas as formas melhorar a maneira de ensinar e facilitar a aprendizagem dos alunos, através da utilização de variadas metodologias, incorporando diferentes aspectos didáticos e/ou lúdicos. Ao que parece, as pesquisas relacionadas a melhoria do ensino de Física começaram em meados de 1970¹ e estão cada vez mais comuns e frequentes nos anos atuais.

A educação no passado “[...] era centrada na transmissão de conteúdos. Nesse contexto, o papel do professor em sala de aula era de informar conhecimento aos seus alunos.” (SASSERON, 2010, p. 5). Hoje em dia, podemos ver que isso ainda continua como prática de alguns professores, pois sabe-se que a exigência em fazer com que o aluno absorva o máximo de conteúdos possíveis é inevitável. Porém, a dificuldade nesse feito torna-se cada vez mais evidente, já que que cada aluno tem

¹https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3360182/mod_resource/content/0/CINQ%C3%9CENTA%20ANOS%20DE%20ENSINO%20DE%20F%C3%8DSICA.pdf

uma maneira diferente de aprender; Ou seja, há os que aprendem fazendo exercícios, os que estudam antes da aula, alguns aprendem na prática, entre várias outras maneiras de aprender.

Contudo, pesquisas como a de Coelho (2006), por exemplo, mostram que a experimentação em sala de aula, parece ser uma forma de aprendizagem com muito potencial, já que a diferença no ensino é enorme quando o aluno consegue ver o que está acontecendo, quando ele consegue visualizar os fenômenos, aproximar o conteúdo da sua realidade e, desta forma, conseguir ter um rendimento e um aproveitamento melhor.

A preocupação com a formação geral dos estudantes demanda estender estas fronteiras: não basta mais que os alunos saibam apenas certos conteúdos escolares; é preciso formá-los para que sejam capazes de conhecer esses conteúdos, reconhece-los em seu cotidiano, construir novos conhecimentos a partir de sua vivência e utiliza-los em situação com as quais possam se defrontar ao longo de sua vida. (SASSERON, 2010, p. 5).

No ensino da Física faz-se necessário uma abordagem mais didática, com uma contextualização do começo ao fim, para que haja uma aprendizagem considerável. A contextualização é utilizada para que haja um melhor entendimento em um certo assunto, como a descrição mais detalhada de um determinado evento, que vai além de meras fórmulas matemáticas, e isto é fator importante na aprendizagem dos alunos, pois faz com que eles entendam de maneira prática, o que os possibilita relacionar o conteúdo com o seu dia a dia, motiva-os a quererem aprender ainda mais, superando uma relação com o conhecimento que apenas vise a“(...) atribuição de um certo valor de uso aos saberes escolares, na expectativa de responder aos questionários daqueles alunos que não veem sentido em aprender Ciências na escola” (RICARDO, 2010, p. 32).

Essa contextualização é bem representada quando o professor utiliza a experimentação em sala de aula, pois, com a realização de experimentos como uma das metodologias, o professor pode trazer uma problematização e, logo em seguida, apresentá-la aos alunos de maneira prática. Segundo Freire (apud, RICARDO, 2010), o rompimento das aulas tradicionais de ensino, acontece quando a realidade se torna objeto de reflexão, a fim de que a realidade seja percebida e pensada.

O ensino de Física nos anos finais do Ensino Fundamental, quando o professor consegue ensinar algo, não vai além dos primeiros assuntos da Mecânica Clássica,

por conseguinte, quando os alunos ingressam no Ensino Médio, a maioria deles não faz ideia do que irá estudar na disciplina de Física. Boa parte dos conhecimentos prévios que possuem vêm da vivência no dia a dia, do senso comum, ou de concepções espontâneas. Quando começam a compreender melhor o que está sendo estudado, cientificamente, eles não conseguem aprender, pois além de não conseguirem relacionar certos assuntos com o seu cotidiano, os professores não conseguem oferecer ferramentas que os motivem e que os levem a aprendizagem.

Por ser uma disciplina obrigatória, por que não fazer com que os alunos gostem de Física, ao invés de só passarem por ela? De qualquer maneira, muitas vezes obtendo resultados satisfatório para a escola, mas não para a sua formação geral dos estudantes. É desejável que o aluno possa levar para um ambiente externo aquilo que foi aprendido em sala de aula, concordando com a Lei 9.394/1996 (Lei de Diretrizes e Bases da Educação – LDB), Capítulo II, art. 22, que afirma que é dever da Educação Básica desenvolver o aluno para também o exercício da cidadania.

A educação básica tem por finalidades desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores. (LDB, 1996).

Já segundo a BNCC (BRASIL, 2018), os assuntos que se relacionam à Física no Ensino Fundamental priorizam a compreensão da ciência como empreendimento humano, considerando o conhecimento científico, cultural e histórico a ser estudado. Já no Ensino Médio, também como consta na LDB (BRASIL, 1996), o ensino de Física dará continuidade aos conhecimentos já trabalhados em Ciências e deve proporcionar ao estudante o desenvolvimento do **pensamento científico**, envolvendo aprendizagens específicas e com aplicações nos diversos contextos. Pode-se destacar duas competências gerais da BNCC para a Educação Básica que deverão ser bem trabalhadas no ensino de ciências: a competência geral 2, que visa o desenvolvimento do pensamento científico, que só serão alcançadas com o estímulo da criatividade, que inclui o pensamento científico, crítico e criativo e a competência geral 7, que fala sobre o trabalho com a argumentação. Estas competências são baseadas em exercitar a curiosidade intelectual, investigar, formular e resolver problemas e argumentar, formular, negociar e defender ideias baseados em fatos e informações obtidas através do ensino e aprendizagem, respectivamente.

Nesse sentido, a experimentação é uma das formas de se conseguir alcançar as competências da BNCC citadas acima, todavia, apesar da sua importância, é uma metodologia ainda pouco utilizada em sala de aula. O ensino por investigação, através da experimentação, pode ser de extrema importância para que os alunos consigam aprimorar o conhecimento científico de forma prática e didática, devendo caminhar junto com a teoria. Além de ser fascinante, despertar a curiosidade e a participação dos alunos na aula, a experimentação promove também o desenvolvimento da argumentação e a percepção do conteúdo além dos muros escolares.

Então, compreendendo o papel da experimentação como promotora no desenvolvimento de importantes aspectos no conhecimento científico, quais as consequências que podem ser geradas em alunos do 9ºano do Ensino Fundamental, no que diz respeito à aproximação com a disciplina de Física, causadas por uma aula experimental que, propositalmente, relaciona experimentos de Física com truques de mágica?

Ao tratar os experimentos de Física como mágica em sala de aula, esse trabalho busca, na verdade, propor uma aula que cause os mesmos efeitos que um mágico causa em seu público, ou seja, as sensações experimentadas pelas pessoas diante da mágica, como por exemplo: deslumbramento, curiosidade, ar de surpresa, maior nível de atenção, espanto e até mesmo o assombro. Acreditamos que estas sensações poderão trazer uma maior interação entre os alunos e o conteúdo estudado, pois durante a graduação, com a experiência de Estágio Supervisionado e Residência Pedagógica, percebeu-se a falta de interesse dos alunos em querer aprender a Física desconectada da realidade.

O objetivo desse trabalho é elaborar uma proposta de aula e um instrumento de coleta de dados para investigar futuramente quais as consequências que podem ser geradas em alunos do 9ºano do Ensino Fundamental, no que diz respeito à aproximação com a disciplina, causadas por uma aula experimental de Física que propositalmente relaciona experimentos de Física com truques de mágica. Sabendo que algumas ideias relativas ao dia a dia podem despertar a atenção e o interesse desses alunos além dos seus professores e que venham servir também para o aproveitamento e aprimoramento futuro.

Através da proposta da prática experimental, foram selecionados experimentos que possivelmente produzirá nos alunos efeitos mágicos, e conseqüentemente, poderão estimular a curiosidade e o pensamento científico partindo da explicação sobre como as coisas funcionam, entendendo que isso pode despertar a vontade de aprender. Estaremos mostrando a Física por trás da complexibilidade, estimulando à criatividade e conhecimentos de habilidades desejáveis para o desenvolvimento do pensamento científico.

De maneira mais ampla, os experimentos escolhidos procuram mostrar a eles que a ciência é capaz de estudar a realidade em que nós vivemos e ao mesmo tempo, ao nos depararmos com problemas no dia a dia. Não se trata de analisar o que o aluno aprendeu com os experimentos que parecem “mágicas”, mas sim, apostar na ideia de que isso faz com que eles se interessem e deem mais atenção à aula e, como consequência, quererem aprender mais sobre os fenômenos físicos ali presentes.

Por conta do período de isolamento social, devido à pandemia de COVID-19, a tomada de dados não será realizada neste trabalho. Consideramos que a aplicação remota desta pesquisa não daria conta de recolhermos todos os dados necessários para esta análise. Nesse sentido, essa fica sendo uma proposta, com embasamento teórico, que poderia ser feita e será desenvolvida futuramente.

Assim, este trabalho apresenta uma proposta de aula prática, com uma sequência de roteiro de alguns experimentos de Física, escolhidos por terem uma aparência mágica. A intervenção continua com a proposta de um questionário após a aula, para verificar os efeitos da mesma segundo os alunos, e terá perguntas do tipo: “O que você achou dos experimentos?”, “O que você sentiu ao ver os experimentos de Física sendo realizados?” “O que você gostaria de saber mais depois de ver estes experimentos?”, entre outros.

A escolha dos experimentos e a sua forma de apresentação foram baseadas teoricamente na Psicologia do Desenvolvimento de Henri Wallon e nos tipos de curiosidades, enunciados por Paulo Freire, procurando prever os comentários, reações e nível de atenção dos alunos na aula em um contexto geral.

Os resultados obtidos com a pesquisa, podem ajudar os alunos a despertarem um maior interesse e curiosidade, encantando-os e mostrando alguns fenômenos naturais sob outro ponto de vista, o que pode gerar uma simpatia e despertar neles o

gosto pela ciência. De uma forma direta e indireta, esta pesquisa fará também com que os professores compreendam o impacto de uma abordagem metodológica diferente, em que uma aula experimental é usada como recurso didático a curto e longo prazo.

Este trabalho está dividido em 5 capítulos, onde no capítulo 2 abordaremos a Fundamentação Teórica, de sub tópicos como a Teoria Walloniana, Motivação como Facilitador da Aprendizagem, A importância da experimentação e a Mágica e a Experimentação. No capítulo 3 temos a metodologia, seguida dos nossos resultados, o capítulo 4, intitulado “A proposta e a emoção dos estudantes”. Já no capítulo 5 trouxemos as conclusões e algumas considerações finais.

2 MÁGICA E EXPERIMENTAÇÃO COMO RECURSO DIDÁTICO

Alguns alunos que estudam Física não se relacionam bem com a disciplina ou não gostam, por diversos motivos, mas podemos destacar que uma das principais razões é a maneira que ela é abordada e avaliada no ensino. Em sua grande parte, é apenas sob a perspectiva Matemática, objetivando ensinar ao aluno unicamente o conteúdo de vestibulares. Como já citado,

“[...] a escola ensina, sobretudo e ainda, a Física de séculos passados. Espaço e tempo ainda são grandezas absolutas; o átomo ainda é um “pudim de passas” formado pelos indivisíveis prótons, nêutrons e elétrons; a eletricidade e o magnetismo quase não se unem[...]” (SASSERON, 2010, p. 1).

Entretanto, para que possamos ter uma visão do que pode ser feito através dos problemas abordados, este capítulo trará um pouco sobre a Teoria Walloniana e uma análise da sua importância para a sala de aula, a motivação como parte integrante de afinidade com a disciplina, um pouco da história e conceitos sobre a mágica, a importância da experimentação em sala de aula e a relação entre mágica e experimentação.

2.1 TEORIA WALLONIANA

Dentre os vários motivos que possam justificar a escolha deste tema para pesquisar, a relação ensino e aprendizagem, a falta de atenção dos alunos nas aulas, a vontade de despertar o prazer em estudar Física e a ausência da consideração do aluno como um todo ocupam os primeiros lugares. A teoria de Henri Paul Hyacinthe Wallon é utilizada muitas vezes para tentar explicar esses e vários outros aspectos ligados à educação.

Jean Piaget (1896-1980) e Lev Vygotsky (1896-1934), já deram suas contribuições sobre a importância da afetividade no processo evolutivo, mas Henri Wallon (1879-1962), foi quem mais contribuiu para isso. Ele foi médico, filósofo, psicólogo e político francês nascido na França e ainda serviu como médico na Primeira

Guerra Mundial². Na teoria Psicológica do Desenvolvimento de Wallon, o eixo principal no processo de desenvolvimento é a integração, em dois sentidos: Integração organismo-meio e integração cognitiva-afetiva-motora.

2.1.1 A integração organismo-meio

Essa teoria consiste em estudar as condições orgânicas materiais do desenvolvimento da criança e suas possíveis evoluções, tendo como foco explicar a interação entre a criança e o meio, a relação entre os fatores orgânicos e socioculturais.

Wallon (1968) afirma em seu livro que a estrutura biológica da criança é indispensável para que haja personalidade, ademais, a relação entre as condições orgânicas e o meio externo são os responsáveis pela existência e o desenvolvimento da pessoa. Os conflitos gerados na cabeça de uma criança são responsáveis pelo desenvolvimento do pensamento e das inteligências, que na maioria das vezes são mais benéficos do que maléficos, assim não precisando de um educador para intervir.

Segundo o entendimento de Mahoney e Almeida (2004), “[...] a realização do potencial herdado geneticamente por um indivíduo vai depender das condições do meio, que podem modificar as manifestações das determinações genotípicas.” Apesar dessas relações se darem de modo complexo, Wallon afirma que é optativo diferenciar as respostas do organismo e as condições externas, pois elas se complicam cada vez mais (WALLON, 1968).

2.1.2 Integração cognitiva-afetiva-motora

Além de elaborar sua teoria sobre o desenvolvimento humano, ele buscou relacioná-la com a educação, dando então sua contribuição para as bases da Psicologia e da Pedagogia.

² https://www.ebiografia.com/henri_paul_hyacinthe_wallon/

Ao estudar o desenvolvimento do ser em suas três dimensões: Cognitiva, afetiva e motora – ele buscou contemplar o desenvolvimento em sua forma integral, ou seja, o crescimento de uma pessoa não se restringe a apenas uma ou duas dessas dimensões, pois, segundo ele, “é contra a natureza tratar a criança fragmentariamente” (WALLON, 1968, p. 233)

2.1.2.1 A Afetividade

A concepção de afetividade, segundo Wallon, é dividida em emoções, sentimentos e paixão. O entendimento dessa divisão pode nos conceber uma compreensão maior, mais útil e satisfatória ao que se refere o ensino-aprendizagem, relacionando tanto o professor quanto o aluno.

A afetividade, no ponto de vista de Wallon, está relacionada ao afeto – aquilo que afeta – a emotividade, e não necessariamente a amor e carinho, como normalmente entendemos a palavra “afeto”. Ou seja, a afetividade é tudo aquilo que nos afeta socialmente ou individualmente. “Refere-se à capacidade, à disposição do ser humano de ser afetado pelo mundo externo/interno por sensações ligadas a tonalidades agradáveis ou desagradáveis” (MAHONEY; ALMEIDA, 2004, p.19).

Já a compreensão do que se considera por ensino e aprendizagem e por relação aluno e professor é um fator determinante para que possamos compreender os resultados desta pesquisa. Segundo Kubo e Botomé (2001) e Tapia e Fita (2015), em seus trabalhos sobre ensino e aprendizagem e motivação, definem o termo ensino e aprendizagem como uma relação que vai da ação do professor em ensinar para a ação do aluno em aprender efetivamente. Desta forma, podemos pensar, qual a melhor forma de ensinar e como constatar de fato a aprendizagem do aluno. Esses dois aspectos são bem explorados em várias pesquisas, e a teoria de Wallon, segundo Mahoney e Almeida (2004), ajuda também a compreender essa relação.

Sua teoria psicogenética dá uma importante contribuição para a compreensão do processo de desenvolvimento e também contribuições para o processo ensino-aprendizagem. Dá subsídios para compreender o aluno e o professor, e a interação entre eles. (MAHONEY e ALMEIDA, 2004, p.13)

Quando gostamos de uma disciplina na escola ou de um determinado assunto abordado pelo professor em sala, isso nos chama a atenção, ficamos curiosos em querer aprender mais e/ou aprendemos mais facilmente. Para Wallon, a inteligência surge de dentro da afetividade, ou seja, nós aprendemos aquilo que mais gostamos, temos mais afeto, e é mais difícil aprender aquilo que não gostamos, quando temos menos afeto. Portanto, se relacionarmos algo que o aluno goste ou que o afete positivamente ao conteúdo escolar que ele rejeita, pode-se dizer que isso facilitará a aprendizagem do mesmo.

A escola não deve tratar os conteúdos escolares apenas em seus aspectos cognitivos – diminuindo a importância das dimensões motoras ou afetivas – pois se devemos considerar a criança como um todo, a emoção e o pensamento são fatores importantíssimos para o seu desenvolvimento integral da criança, fatores estes que também devem ser considerados durante o processo de aprendizagem, indicando, com isso, a necessidade de fugir dos métodos tradicionais adotados hoje em dia em boa parte das escolas, que coloca os estudantes em um papel demasiadamente passivos.

2.1.2.2 O ato Motor

Além da afetividade, o ato motor diz respeito a parte motora do corpo e os movimentos gestuais são de enorme valor para a aprendizagem, não devendo assim serem desconsiderados durante o processo: “[...] o movimento torna-se então técnico ou simbólico e refere-se ao plano de representação e do conhecimento.” (WALLON, 1968, p. 156). Pode-se observar deste neste trabalho que devemos considerar a motricidades como uma forma de expressão e linguagem, já que

Seria, de fato ridículo limitar o significado da linguagem, por exemplo, ao simples fenômeno de fonação, não fazendo uma distinção entre os gestos, ainda que exteriormente semelhantes, segundo as situações que os motivam e o tipo de resultados para que tendem. (WALLON, 1968, p. 155)

A motricidade ocupa um lugar especial na teoria de Wallon, pois é a primeira forma de expressão emocional do comportamento, as reações próprias do corpo ao

mundo externo, logo os gestos ou atos motores durante o desenvolvimento do aluno no seu processo de ensino-aprendizagem é fundamental em um exercício de dependência social.

O conjunto ato motor oferece a possibilidade de deslocamento do corpo no tempo e no espaço, as reações posturais que garantem o equilíbrio corporal, bem como o apoio tônico para as emoções e sentimentos se expressarem. (MAHONEY e ALMEIDA, 2004, p 18)

[...] esta etapa corresponde a persistente preponderância do aparelho motor sobre o aparelho conceptual³. Sem ação motora ou verbal, falta à ideia o vigor necessário para se formar ou para se manter. (Wallon, 1968, p. 189)

Portanto, a motricidade é uma das possibilidades a qual a pessoa pode expressar e comunicar seus estados emocionais, logo, as manifestações motoras expressam e ampliam a cognição.

2.1.2.3 O Conhecimento ou ato Cognitivo

O ato cognitivo está diretamente ligado à aquisição de conhecimentos, de processar informações, de pensar e de agir. Esta dimensão para Wallon é considerada o próprio o conhecimento. Em seu livro, Wallon (1995, p. 185 a 214) define aos poucos o desenvolvimento cognitivo da criança, a forma como se constrói, evolui e se diferencia das etapas futuras do desenvolvimento do ser humano.

O conjunto cognitivo oferece um conjunto de funções que permite a aquisição e a manutenção do conhecimento por meio de imagens, noções, idéias e representações. É ele que permite ainda registrar e rever o passado, fixar e analisar o presente e projetar futuros possíveis e imaginários. (MAHONEY e ALMEIDA, 2004, p.18)

Ao relacionar o ato cognitivo e a aprendizagem, podemos facilmente pensar nisso como a própria inteligência do ser, o qual evolui ininterruptamente, ao longo desde o nascimento. Sendo assim, de acordo com Britis (2019), quando falamos do

³ Próprio para a concepção, ou referente a ela. Relativo aos conceitos. (Dicionário online de Português)

processo de aprendizagem, ocorre o que é conhecido por desenvolvimento cognitivo, que nada mais é do que a evolução constante do ser.

As três dimensões – ato motor, afetividade e cognição – relacionam-se umas com as outras. Podemos relacionar o ato motor com o ato cognitivo, pois de várias maneiras a utilização da linguagem corporal pode ser interpretada como uma forma de se posicionar, agir e responder a estímulos do ambiente de uma pessoa. A afetividade com a cognição, já que a emoção, sentimento e paixão da afetividade são resultados de fatores orgânicos e sociais diretamente ligados à evolução do ser. E, por último, o ato motor e a afetividade, o qual um influencia o outro diretamente, seja na demonstração do afeto pelo gesto ou vice e versa.

Na sala de aula, muitas vezes os professores deixam de lado as características da afetividade e do ato motor, para considerar apenas partes do ato cognitivo como forma de construção do conhecimento, como se fosse o mais importante, no entanto, há uma variedade de processos que devem ser considerados. Como dito anteriormente, segundo Wallon (1995), a consideração do aluno em sua integralidade em sala de aula é crucial, em razão da dependência internas das três dimensões.

Os psicólogos cognitivos se preocupam em descrever e explicar os processos que se produzem na mente do aluno, como ele recebe a informação proveniente do meio, como a codifica, como a analisa, como a armazena, como a faz interagir com os conceitos presentes em sua estrutura cognitiva, como utiliza as informação para a resolução de problemas e de novas situações, como elabora as respostas. (TAPIA E FITA, 2015, p. 68)

Os autores deixam claro, na citação acima, o que os professores devem considerar no aluno para que possa ser avaliado de uma forma mais justa, considerando o aluno em sua integralidade, como Wallon defende.

2.2 MOTIVAÇÃO COMO FACILITADOR DA APRENDIZAGEM

Não se sabe exatamente o que pode motivar os alunos em sala de aula, já que cada pessoa possui gostos diferentes uns dos outros. A maneira com que cada aluno irá ser influenciado pela aula é diferente, mas com base na Teoria Walloniana,

precisamos estar prontos para aceitar a individualidade de cada um, porém buscaremos, através da mágica, uma motivação comum, que estimule a curiosidade pela Física, e portanto, favoreça a aprendizagem do aluno. O incentivo parece ser um fator determinante para que os alunos obtenham sucesso na aprendizagem.

Paulo Freire (1997) defende que a curiosidade em sala de aula traz muitas vantagens para que os alunos consigam aprender melhor.

A construção ou a produção do conhecimento do objeto implica o exercício da curiosidade, sua capacidade crítica de “tomar distância” do objetivo, de observá-lo, de delimitá-lo, de cindi-lo, de “cercar” o objeto ou fazer sua aproximação metódica, sua capacidade de comparar, de perguntar. (FREIRE, p. 33, 1996).

Para ele, há dois tipos de curiosidade, a curiosidade domesticada ou espontânea e a curiosidade epistemológica. Curiosidade domesticada é o tipo de curiosidade momentânea e que é rapidamente sanada. Ou seja, quando a pessoa só se interessa por algo naquele instante e logo depois esquece, não busca se aprofundar. Já a curiosidade epistemológica é a curiosidade que se estende para fins futuros, ou seja, é o tipo de interesse que faz a pessoa querer saber sempre mais e se aprofundar no conhecimento a respeito de um certo tema.

O exercício da curiosidade a faz mais criticamente curiosa, mais metodicamente “perseguidora” do pensamento do seu objeto. Quanto mais a curiosidade espontânea se intensifica, mais, sobretudo, se “rigoriza”, tanto mais epistemológica ela vai se tornando. (FREIRE, 1996, p. 34)

Paulo Freire (1997) ainda insiste que quanto mais a prática da curiosidade domesticada for estimulada, mais epistemológica ela se tornará. Ou seja, mesmo que em nossos estudos só consigamos despertar a curiosidade domesticada, teremos alcançado parte de nossos objetivos, e o professor pode e deve continuar motivando os alunos em suas aulas futuras, não só na disciplina de Física, mas em todas as outras, para que se possa chegar a algo mais profundo.

Acredita-se que um aluno motivado apresenta melhores resultados e, para isso, é necessário deixar que ele seja parte ativa e integrante das metodologias sugeridas pelo professor. O estímulo da participação dos alunos, provocará uma efetivação do que queremos atingir com os objetivos desse trabalho, buscando deixá-los curiosos.

Como dito anteriormente, utilizaremos a mágica, que abordaremos à frente mais detalhadamente, como forma de motivação de aprendizagem, estimulando a

curiosidade dos alunos sobre as maravilhas da Física, pois acreditamos que ela é uma ferramenta que nos proporcionará este feito.

Para ficar um pouco mais claro, a motivação é o termo geral que descreve o comportamento regulado por necessidade e instinto com respeito a objetivos (DEESE, 1964, apud TODOROV E MOREIRA, 2005), o qual buscaremos alcançar com a proposta de levar experimentos para dentro da sala de aula.

Tapia e Fita (2015), em seu trabalho sobre a motivação em sala de aula, explicam as quatro classes de motivação existentes baseado em algumas teorias:

1. Motivação relacionada com a tarefa ou a motivação intrínseca. O aluno é influenciado pela disciplina que estuda, a mesma o motiva a vencer os obstáculos à medida que avança na matéria.
2. Motivação relacionada com o eu, com a autoestima. Depende muito do contexto em que o aluno está inserido em sua totalidade, já que o meio externo influenciará bastante, como por exemplo, o contexto familiar, metodologia da aula, o professor, etc. Pois ao querer aprender e aprender de fato, ele se torna confiante; ao mesmo tempo em que se quer aprender e não aprende desenvolve a insegurança.
3. Motivação centrada na valorização social. Quanto mais o aluno for elogiado, recebendo a aprovação dos outros, mais motivado ele será, o tipo de motivação dependente.
4. Motivação que aponta para a conquista de recompensas externas. A motivação vem através de recompensas por alcançar objetivo de aprendizagem.

Motivação relacionada com a tarefa ou a motivação intrínseca (1), será a base deste trabalho, apesar de que, como dito anteriormente, buscaremos deixar o aluno curioso e partindo disto, motivá-los e fazê-los ser influenciado pelos fenômenos Físicos que serão abordados em sala, querendo aprender mais sobre e consequentemente desenvolver uma afinidade com a disciplina.

As aulas de Física que às vezes é considerada chata e difícil, deve-se às suas metodologias repetitivas e a falta de estímulos para os alunos. Muitos professores e instituições escolares acreditam que existe uma única maneira de dar aula, que serve

para sempre. Em alguns casos, podem até ser utilizados métodos diferentes, mas pouco se fala em compreender o nível de satisfação dos alunos e se os mesmos estão gostando da metodologia, se estão entendendo e aprendendo durante as aulas, para que assim possa se construir uma relação melhor entre professor e aluno e, conseqüentemente, de ensino e de aprendizagem.

O bom professor é o que consegue, enquanto fala, trazer o aluno até a intimidade do movimento de seu pensamento. Sua aula é assim um desafio e não uma “cantiga de ninar”. Seus alunos cansam, não dormem. Cansam por que acompanham as idas e vindas de seu pensamento, surpreendem suas pausas, suas dúvidas, suas incertezas. (FREIRE, p. 33, 1996)

Baseado neste pensamento, podemos facilmente concluir que uma aula sem que o professor consiga motivar e trazer o aluno para interagir intimamente com os pensamentos do professor e dos colegas durante a explicação de um conteúdo, se transforma em uma aula desagradável e cansativa, em vista disso, o aluno é prejudicado e acaba não alcançando bons resultados nas avaliações propostas pelo professor ou pela escola.

Para os alunos,

(...) o mais importante é aprender algo que faça sentido: descobrir, por trás das palavras que se constroem, significados conhecidos e experimentar o domínio de uma nova habilidade, encontrar explicação para um problema relativo a um tema que se deseja compreender etc. (TAPIA e FITA, 2015, p. 19)

Assim, podemos compreender que a forma de motivação proposta neste trabalho está em harmonia com os desejos dos alunos, já que o aluno estará sendo observado e considerado em suas múltiplas dimensões, assim como sugere a Teoria Walloniana.

2.3 A IMPORTÂNCIA DA EXPERIMENTAÇÃO

Durante a graduação, em várias disciplinas foi discutido diversas maneiras de como facilitar a aprendizagem dos alunos na área de Física, e, embora algumas dessas metodologias incluam técnicas de memorização, essas técnicas estão muito apoiadas apenas sob o recurso da repetição. Um dos recursos didáticos que são estudados na área de Ensino de Física é a experimentação e o seu potencial para a

aprendizagem dos estudantes. Várias pesquisas, como a de Guimarães (2017) e Araújo (2015), mostram que a utilização de experimentos como forma de metodologia para conseguir uma melhoria no desempenho dos alunos em sala de aula é satisfatória. Não obstante, estes autores defendem que não há aprendizagem considerável sem experimentação ou que a experimentação ajuda a aprendizagem a ser efetiva.

Contudo, apesar de conhecer a importância da experimentação o aluno também não consegue aprender o conteúdo de forma integral só com a prática de experimentos, pois a utilização do experimento em sala pode ser útil como uma forma de recurso didático e motivacional, mas infelizmente ele não é suficiente para garantir um aprendizado da teoria e nem da linguagem matemática

De fato, os modos de conhecer são dois, isto é, por argumentação e por experimento. O argumento conclui e nos faz conceder a conclusão, mas não certifica nem remove a dúvida de modo que a mente repouse na contemplação da verdade, a não ser que a descubra pela via da experiência; com efeito, muitos possuem argumentos referentes ao que se pode ser conhecido, mas como não possuem experiências, negligenciam-no, não evitam o que é nocivo, nem buscam o que é bom. (NASCIMENTO, 2006, p. 52-53)

Segundo Aristóteles (apud, NASCIMENTO, 2006, p. 53) a demonstração é o silogismo que produz o saber. Logo, não há aprendizagem científica significativa sem que haja qualquer demonstração ou experimentação sobre o que está sendo estudado. Pascal (apud, SAITO, 2010, p. 137) diz que a experimentação é também o ponto de partida do saber científico, pois é através deste que a curiosidade em aprender mais sobre o conteúdo em questão surge, e com ela vem também as indagações, os exemplos, entre várias outras coisas que possibilitam colocar o aluno como protagonista da aula.

A maneira com que a experimentação será utilizada neste trabalho é como forma de recurso didático, com o apoio motivacional da mágica, sendo essa uma forma não tradicional de abordagem em sala de aula. Acreditamos que essa forma distinta pode fazer com que o aluno se aproxime mais do que está sendo exposto e se mostre curioso e motivado em querer aprender mais, além do que é possível que “graças às atividades experimentais, o aluno é incitado a não permanecer no mundo dos conceitos e no mundo das “linguagens”, tendo a oportunidade de relacionar esses dois mundos com o mundo empírico.” (SÉRÉ et al., 2013, p. 39)

Apesar de sabermos que há vários fatores que influenciam o ensino e a aprendizagem e que muitos estudos/pesquisas estão focados em temas relacionados a esta questão, ainda continua difícil afirmar com total certeza quais métodos funcionam efetivamente para todo e qualquer tipo de aluno, já que os resultados de aplicações de cada pesquisa individualmente dependem das condições em que ela foi realizada. Segundo Coelho (2006), pouco se sabe sobre o que realmente facilita o aprendizado do aluno, apesar de que alguns professores concordam que as práticas ou a relação do conteúdo com o cotidiano, e outras “artimanhas”, motivam o aluno e facilitam o aprendizado.

Há pesquisas, como a do autor citado acima, em que experimentos são utilizados como forma de recurso didático complementar, o que parece ajudar o aluno a fixar melhor o conteúdo e a entender o que está sendo estudado, com aplicações reais e presentes no dia a dia dele. Todavia, a utilização deste recurso como influenciador na construção do conhecimento científico não está em 1º lugar na opinião de alguns alunos, porém, está entre os que obtiveram uma das melhores notas da lista. Entre os 25 aspectos que poderiam influenciar o aprendizado e que foram analisados no trabalho, a experimentação como facilitador do ensino-aprendizagem ficou entre os seis primeiros colocados, na opinião dos alunos.

Coelho (2006) em seu trabalho, realizou uma análise estatística sobre o que os alunos de 5 escolas acham que um professor pode fazer para lhes motivar nas aulas de Física. Ele conseguiu resultados bem satisfatórios e detalhados. Podemos verificar abaixo as afirmativas mais votadas pelos estudantes, com atenção especial à de número 2.

Afirmativa 1: A aula de Física é bem melhor quando o professor mostra a aplicação do conteúdo apresentado na minha vida cotidiana e traz problemas e exemplos relacionados ao meu dia a dia.

Afirmativa 2: A aula de Física é melhor quando eu mesmo posso realizar meu experimento, mas se não for possível, é importante ao menos o professor realizar a demonstração do experimento para a turma.

Afirmativa 5: Um professor que não se relaciona bem com os alunos faz com que estes gostem menos da aula e um professor atencioso e amigo favorece o aprendizado.

Afirmativa 17: Quanto mais exemplos o professor dá sobre um conteúdo mais fácil fica de entender e gostar da aula.

Afirmativa 18: Eu tenho muita curiosidade de saber como as coisas funcionam uma lâmpada, uma nave espacial, etc.

Afirmativa 19: É muito bom quando o professor utiliza outros recursos na aula, como vídeo, computador, ou varia o tipo de aula. (COELHO, 2006, p. 4-5.)

Os alunos, de acordo com essa pesquisa, concordam que a prática da experimentação em sala de aula ajuda o aprendizado, já que a visualização do fenômeno funciona como recurso facilitador. Para Coelho (2006), na análise da afirmativa 2, a existência ou a falta de laboratórios nas escolas pode ter influenciado na média geral desta afirmativa.

Embora tenhamos um elevado índice de concordância, nota-se não ser tão elevado como poder-se-ia pensar. Apesar disso, comparando-se as médias por escola nota-se a diferença entre o que pensam os alunos das escolas onde normalmente existem laboratórios razoavelmente bem equipados (1, 4 e 5) para os outros (2 e 3), o que nos leva a pensar que talvez alguns alunos não tenham sido muito enfáticos ao apontar a importância das aulas experimentais por terem tido pouca ou nenhuma oportunidade de contato com elas. (COELHO, 2006, p. 5).

Há também trabalhos cujo o foco é demonstrar a diferença de aprendizagem dos alunos entre uma aula tradicional e uma aula com experimentos (UEBEL e KONIG, 2009), mesmo sabendo que as vezes podemos ter uma aula experimental não tão legal como o professor poderia achar que seria, devido a utilização e abordagens que não satisfazem a vontade do aluno.

É notório que a experimentação não é utilizada apenas como uma abordagem de ensino, mas também como de incentivo. Há um estudo realizado em Split (Croácia) por Marusic e Slisko (2012), com estudantes da *Universidad Autonoma de Puebla* (México), em que os autores tentaram verificar se uma aula experimental pode mudar a opinião dos alunos do Ensino Médio em relação ao porquê estudar Física. Para isso, eles selecionaram dois grupos de alunos, sendo que em um deles foi aplicada uma abordagem tradicional com aula expositiva, leitura e questionários (RPQ, sigla em inglês). Para o outro grupo, uma aula experimental, com experimentos e discussões (ED, sigla em inglês). Depois disso, os pesquisadores pedem que os alunos escolham entre duas afirmativas, as quais são apresentadas antes e depois da aplicação da aula.

São elas:

1. Estou pensando em estudar Física porque sou atraído pelo desafio de pesquisar o desconhecido. (Tradução nossa)

2. Estou pensando em estudar Física porque sou atraído pelo desafio de sua implementação tecnológica na construção de novos dispositivos. (Tradução nossa)

Várias coisas são analisadas durante a pesquisa, mas os resultados que são importantes destacar é a porcentagem de alunos que mudaram de ideia após a realização da aula sobre os motivos da sua atração em estudar Física.

Ao comparar a opinião dos grupos RPQ e ED antes (Pre) e depois (Post) à aplicação das aulas, os autores perceberam que houve uma grande mudança sobre a opinião dos alunos que participaram do grupo ED, como podemos ver na tabela abaixo. Para a afirmativa 1, subiu 12,9%, para a afirmativa 2, subiu 7%. Já o grupo RPQ, não houve aumento significativo antes e depois das aulas. Assim, podemos concluir, então, que a aula experimental influenciou mais que a aula tradicional - o que já era previsto - fazendo com que os alunos que obtiveram a chance de ter uma aula baseada em experimentos e discussões se motivassem ainda mais em querer estudar Física do que o outro grupo que presenciou uma aula mais tradicional.

Figura 1: Resultado

Tabela 2 - Changes in the percentage of students with a positive attitude towards the statements of the survey (Pre - Post) for RPQ and ED Group (Standard error in parentheses; Large Shifts in Bold).

Statement		RPQ group (N=91) (positive attitude)			ED group (N=85) (positive attitude)		
		Pre (%)	Post (%)	Shift (%)	Pre (%)	Post (%)	Shift (%)
1. <i>I am considering studying physics because I am attracted by the challenge of researching the unknown.</i>	Overall	13.2 (2.2)	15.4 (2.3)	2.2 (0.7)	15.3 (2.3)	28.2 (2.7)	12.9 (1.2)
	Girls	10.7 (2.3)	12.5 (2.3)	1.8 (0.8)	14.8 (2.3)	25.9 (2.8)	11.1 (1.1)
	Boys	17.1 (2.1)	20.0 (2.2)	2.9 (0.7)	16.1 (2.2)	32.3 (2.7)	16.2 (1.2)
2. <i>I am considering studying physics because I am attracted by the challenge of its technological implementation in constructing new devices.</i>	Overall	13.2 (2.1)	16.5 (2.4)	3.3 (1.1)	16.5 (2.2)	23.5 (2.7)	7.0 (1.0)
	Girls	10.7 (2.1)	14.3 (2.4)	3.6 (1.0)	16.7 (2.2)	22.2 (2.6)	5.5 (1.1)
	Boys	17.1 (2.1)	20.0 (2.3)	2.9 (1.2)	16.1 (2.1)	25.8 (2.9)	9.7 (0.9)

Bold - p value <0.05.

Fonte: Marusic e Slisko, 2012.

E embora muitos trabalhos confirmem a utilidade da experimentação em sala de aula como recurso didático, há também os trabalhos que discutem como a experimentação pode ser realizada. Por exemplo, há o caso da metodologia em que a experimentação é um tipo de receita, apoiando-se em um método mecanicista, que ocorre quando o professor dá ao aluno todo o passo a passo de como deve ser realizado o experimento, visando comprovar uma teoria. Em relação a esse método existem muitas críticas, pois nele o aluno não possui a liberdade de mudar as

condições do experimento, tampouco é estimulado a exercitar sua capacidade criativa para a realização do mesmo.

Por outro lado, há os métodos experimentais nos quais o professor dá total, ou parcial, liberdade para a realização dos experimentos, rodeados de perguntas, respostas e suposições, ou seja, a experimentação é promovida através de discussões com os colegas e com o professor, o qual possui um percentual de aprendizagem melhor.

Por meio desses e outros estudos na área, como o de Carvalho (2016), chegou-se à conclusão de que, entre os meios utilizados para adquirir conhecimento, há alguns cujo processo de assimilação ocorre mais facilmente, como é o caso da experimentação. Sendo assim, podemos compreender o valor enriquecedor da experimentação como estímulo e motivação para a aprendizagem na sala de aula. Ela pode permitir ao aluno uma participação ativa, com autonomia, criticidade, criatividade e a possibilidade de atuar como investigador na relação teoria e prática.

Este trabalho não tem apenas o objetivo de mostrar as consequências da experimentação em sala de aula, pois já tem vários estudos que comprovam isso, mas sim como a mágica e a experimentação interligadas podem ajudar os alunos a se interessarem pela Física.

2.4 MÁGICA E EXPERIMENTAÇÃO

A história da mágica é algo muito extenso, com muitas escrituras e desvios para histórias da antiguidade e atualidade, e como não é o foco do trabalho, tentaremos neste tópico trazer um breve relato sobre a história e a definição da mágica e sua relação com a experimentação.

A mágica é algo muito antigo, e é entendida de maneira ampla por diferentes culturas. Ela pode ser considerada como ilusionismo, prestidigitação, ocultismo, jogos de mão, rituais, feitiçaria, bruxaria, magia, entre outros. Mágica e magia, por muitos, podem ser considerados a mesma coisa, mas não são. A palavra magia pode ser

encontrada como de origem grega que provém de *mageia*⁴ e também assim chamada pelos antigos magos, ela está relacionada a poderes ocultos sobrenaturais, podendo ser realizada por magos, bruxos e feiticeiros. De acordo com a religião católica, acreditava-se que este poder era herdado do diabo e por isso quem o utilizava era julgado e queimado vivo pela Igreja Católica.

Já a mágica é um truque, que através de gestos bem ensaiados podem confundir a percepção de quem o assiste causando o efeito de algo surpreendente e impossível de acontecer aos olhos do expectador, sendo definida como:

Arte que, supostamente, produz por meio de práticas ocultas fenômenos extraordinários, que contrariam as leis naturais, geralmente definida por rituais, fórmulas; feitiçaria, bruxaria, magia. (Dicionário Online de Português)

Podemos dividir a história da mágica em “Antiga Mágica” e “Nova Mágica”, assim como aparece em Harada (2012), onde o historiador Henri Ridgley Evans (1906) em seu livro “The old and the new Magic”, define a Antiga Mágica como ocultismo e a Nova Mágica como entretenimento.

Ao buscar na internet algo sobre a história da mágica, podemos facilmente encontrar que o documento mais antigo é um papiro egípcio encontrado em 1826 a.C., que se encontra atualmente no museu estatal de Berlim, que conta sobre um mágico que viveu durante o reinado do faraó Queópes. Neste documento, podemos encontrar alguns feitos extraordinários realizados pelo Mágico Dedi, que na época utilizou do seu talento para divertir o faraó. (HARADA, 2012)

Devido a sua prática antiga, a mágica fez parte da história da humanidade desde o seu surgimento, porém, há muitas divergências quanto a sua origem e quem escreveu o papiro egípcio. Coisas extraordinárias, consideradas por alguns, de origem mágica, também estão presentes na Bíblia.

Javé disse a Moisés e Aarão: “Se o faraó pedir que vocês façam algum prodígio, você dirá a Aarão que pegue a vara de você e a jogue diante do Faraó; e ela se transformará em cobra. (...)”

Moisés e Aarão se apresentaram diante do faraó e fizeram o que Javé lhes havia mandado. Aarão jogou a vara diante do Faraó e seus ministros e ela se transformou em cobra. O Faraó, porém, mandou chamar os Sábios e os encantadores de cobras, e também eles, os magos do Egito, fizeram o mesmo com suas ciências ocultas: cada um jogou a sua vara e elas se transformaram em cobras. No entanto, a vara de Aarão devorou a vara deles. Apesar disso, o coração do faraó se endureceu e ele não fez caso de Moisés

⁴ Definição retirada do Dicionário Online de Português. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/magia/>

e Aarão, exatamente como Javé havia predito. (Ex. 7, 8 -13, apud HARADA, 2012, p.17)

Coisas como esta eram comuns de acontecer na antiguidade. Não podemos afirmar que isto pode ser classificado como mágica, entretanto, quando não conseguimos encontrar a relação entre causa e efeito dos efeitos impossíveis e não temos conhecimento sobre a ciência, a explicação que nos resta é de que o que aconteceu é de origem mágica, já que também, segundo Harada (2012, p. 65), “quanto mais impossível, mais mágico.”

A mágica e a experimentação conseguem se relacionar de maneira complementar, já que a mágica pode ser classificada como um tipo de experimentação, porém, ela se diferencia, de fato, pelo aspecto do impossível. O termo impossível deve ser conceituado aqui através do conhecimento prévio do expectador sobre o que é possível e/ou natural, aí só então o impossível pode se manifestar.

Segundo Harada (2012) a diferença entre os experimentos científicos e a mágica está no modo como os princípios são articulados com a performance e o que diz respeito a parte psicológica. O mágico e o professor possuem aspectos semelhantes quando estão na frente de seus públicos.

Devemos olhar para o professor e para o mágico como seres capazes de interferir na forma como vemos o mundo. Ambos, pelo discurso, podem revelar e ocultar, escolhem o que eles consideram digno de negociar e o grau de consciência que têm desse processo será determinante na estruturação de mediações e de lacunas. (ORTEGA, 2012, p. 125)

No parágrafo acima, Ortega destaca a possibilidade de relacionar um mágico e um professor com seu público. Ele segue, em seu trabalho, dando um exemplo sobre este argumento, em seus discursos, do mesmo jeito que um mágico deve saber o que deve ser escondido para que seu truque não seja descoberto, um professor deve saber quais são as lacunas que ele deixa ao explicar algum conteúdo para a turma, e só assim, consiga entender e se apropria do conhecimento que está sendo compartilhado.

Então, neste trabalho, a experimentação vai utilizar dos fenômenos naturais, que segundo Harada (2012) por si só produz a maravilha e o encantamento, muitas vezes causando surpresa diante de propriedades e efeitos inesperados. No entanto,

alguns mágicos do século XVIII como Giuseppe Pinetti⁵ e Étienne-Gaspard Robertson⁶ são exemplos de artistas que começaram a se aproveitarem desses fenômenos naturais para fazerem seus shows e espetáculos. Atualmente, podemos dizer que boa parte das mágicas utilizam materiais criados e manipulados para causar o efeito sobrenatural e impossível.

⁵ Nasceu na Itália em 1750, era conhecido como o Professor de Magia Natural e uma pessoa complexa e extravagante.

⁶ Nasceu na Bélgica em 1763 e foi um proeminente ilusionista, mágico, físico e balonista belga.

3 METODOLOGIA

Este trabalho consiste na apresentação de uma proposta, de cunho qualitativo, abordando experimentos de Física. Buscamos compreender a motivação dos alunos com a disciplina de Física, nas dimensões entre prática e teoria, disponibilizando ferramentas para a interpretação de questões educacionais. Foi elaborado uma proposta para aplicação de uma aula experimental e de um instrumento de coleta de dados baseado em um levantamento teórico e a partir disso, considerando o potencial de surpreender os estudantes.

Disponibilizamos uma sequência de quatro roteiros de experimentos, com efeitos semelhantes à mágica, relacionados a diversos assuntos de Física, escolhidos com o objetivo de causar nos alunos os mesmos efeitos de uma mágica, efeitos estes já citados anteriormente.

No próximo capítulo, apresentaremos os experimentos selecionados, organizados nos seguintes tópicos: os materiais necessários para sua construção, as etapas de montagem e explicação sobre como funciona, sugestão de dinâmica para o uso em sala de aula, a explicação do fenômeno e do conceito físico envolvido e, por fim, por que o experimento surpreende o aluno. Em seguida, para uma possível análise dos resultados da aplicação da aula experimental, com o objetivo de medir como a aula afetou os alunos, criamos um instrumento de coleta de dados no formato de um questionário, que poderá ser usado para um estudo de caso, com 10 questões, abertas e fechadas.

Para a seleção dos experimentos, buscamos escolher alguns que não exijam muito esforço do professor e que necessitam de poucos materiais para construí-lo, o que visa facilitar a preparação da aula. A quantidade de experimentos que de fato seriam aplicados ficará a critério do professor, já que depende de quanto tempo ele dispõe para tal. Recomendamos que sejam escolhidos no mínimo 2 experimentos para que a análise seja feita de forma significativa, todavia, podem ser escolhido outros experimentos, além dos sugeridos, desde que atendam aos critérios estabelecidos nos objetivos.

Para uma possível análise dos resultados da aplicação da aula experimental, com o objetivo de medir como a aula afetou os alunos, criamos como instrumento de coleta de dados no formato de um questionário, para um estudo de caso, com 10 questões, abertas e fechadas.

As perguntas não têm o objetivo de identificar se os alunos aprenderam Física, mas sim, se gostaram da aula de experimentos; qual foi o experimento mais interessante; se eles gostariam de saber como alguns dos experimentos funcionam; se eles ficaram curiosos em saber mais sobre os experimentos, os fenômenos envolvidos e sobre a própria Física; se isso fez com que eles dessem mais atenção a aula; o que eles acharam da metodologia da aula; qual a metodologia que eles preferem na aula; entre outros aspectos.

Cada pergunta tem um objetivo específico, como por exemplo, analisar o nível de satisfação do aluno pela aula, verificar a motivação pela ciência, a influência da aula na motivação e interesse do aluno. Por isso escolhemos analisar com mais detalhes cada uma das perguntas do questionário, apoiando essa análise nos pressupostos teóricos deste trabalho e o resultado disso será apresentado no próximo capítulo.

Através da metodologia proposta, pode ser possível buscar a compreensão dos alunos e as suas opiniões após a aula, tanto sobre a Física quanto sobre o método da aula. Para que possamos instigar a participação do aluno, é importante fazer algumas perguntas que os estimulem a fazer o mesmo durante os experimentos, desenvolvendo uma reflexão crítica e aguçando os seus desejos e curiosidades sobre os temas abordados, fazendo com que eles pensem nos resultados obtidos durante a realização dos mesmos e entendam que não é mágica, mas sim Física.

Além do questionário elaborado neste trabalho, outros dados também poderão ser captados, por exemplo através de vídeo-gravações e da observação do professor em sala, focando em verificar a reação dos alunos, expressões faciais, comentários diretos e indiretos, gestos com o corpo, ou seja, tudo que for relevante para a análise dos efeitos específicos dessa aula.

3.1 PÚBLICO ALVO

Propomos que a aula experimental seja realizada para alunos do último ano do Ensino Fundamental, prestes a ingressarem no Ensino Médio, com a demonstração de quatro experimentos. Esses experimentos foram selecionados propositalmente, para que causem efeitos iguais aos de uma mágica, efeitos surpresa, algo que não pareça capaz de acontecer, na visão dos alunos. Os experimentos não foram selecionados se baseando em um único assunto, mas sim, considerando diferentes áreas da Física.

Esses efeitos dependerão do nível de conhecimento dos alunos, desta forma, a escolha do público-alvo foi baseada na ideia de que eles ainda não estudaram a Física e, pela média das idades deles e nível de escolarização, podemos deduzir que não possuem conhecimentos suficientes sobre Física, causando assim o efeito esperado.

4 A PROPOSTA E A EMOÇÃO DOS ESTUDANTES

Nesta proposta de ensino, serão apresentados aos alunos alguns experimentos de Física para que se possa verificar a partir deles quais são os efeitos causados. A intenção é que esses experimentos, na visão desse público-alvo, produzam efeitos mágicos, mas que esses efeitos sejam discutidos em seguida, a fim de mostrar uma Física mais relacionada aos fenômenos e ao cotidiano, na tentativa de desmistificar a visão matematizada que muitos já tem dessa disciplina, mesmo sem tê-la estudado ainda.

A escolha desses experimentos foi baseada em sua relação com a mágica, como está explicado nos pressupostos deste trabalho. Lembrando ainda que o objetivo principal não é ensinar a Física e sim mostrar aos estudantes o quanto ela pode ser interessante e despertar neles o interesse e a curiosidade. Nesse sentido, o professor não precisará dar uma aula de Física ou explicar detalhadamente os fenômenos ali presentes.

De maneira geral, a execução da aula será da seguinte forma:

O professor, ao iniciar a aula, se apresentará para a turma e informará, brevemente que está realizando uma pesquisa e que os experimentos que serão realizados são fenômenos naturais estudados pela disciplina de Física e que precisará da participação de todos.

Antes de iniciar a realização de cada um dos experimentos, o professor irá explicar quais os materiais utilizados e em seguida, explicará como realizará o experimento. Neste momento, o professor irá perguntar aos alunos o que eles acham que irá acontecer, tentando conseguir o máximo de respostas possíveis; e se nenhum aluno quiser responder, sugerimos que faça a pergunta diretamente para um ou vários alunos. O professor pode anotar no quadro as hipóteses iniciais dos estudantes ou sugerir que eles mesmos o façam em uma folha a ser entregue posteriormente.

O aplicador poderá utilizar-se das características da afetividade e ato motor para compreender as justificativas dos alunos que não participaram da aula fazendo perguntas, se voluntariando para a realização dos experimentos, demonstrando

atenção na aula. Com esses poderemos entender que, ou não foi possível atingir estes alunos através da metodologia proposta, ou a maneira como eles manifestam suas emoções e interesses não pode ser medida pela análise sugerida.

Por fim, é bem provável que a maioria dos alunos interajam com o professor e que respondam aos questionários, em relação aos objetivos desta pesquisa. As respostas aliadas ao que o professor observa durante as aulas, como as reações dos alunos, expressões faciais de emoções, deslumbramento, curiosidade, ar de surpresa, maior nível de atenção, espanto e até mesmo o assombro, comentários diretos e indiretos, gestos com as mãos e/ou o corpo, poderão ser indicativos de que os experimentos selecionados de fato conseguiram afetar os estudantes, no sentido defendido por Wallon.

Então iniciar-se-á a realização dos experimentos, e ao mesmo tempo se manterá os questionamentos, sobre o que eles estão vendo ou o que está acontecendo, como uma forma de permanecer em contato com eles e deles com o experimento. Nesta parte, o professor poderá utilizar da sua criatividade para deixar a aula mais dinâmica ou até mesmo engraçada. Ao final do experimento, é interessante que o professor faça perguntas aos alunos sobre o que aconteceu, porque aconteceu e se o que aconteceu os surpreendeu de alguma maneira.

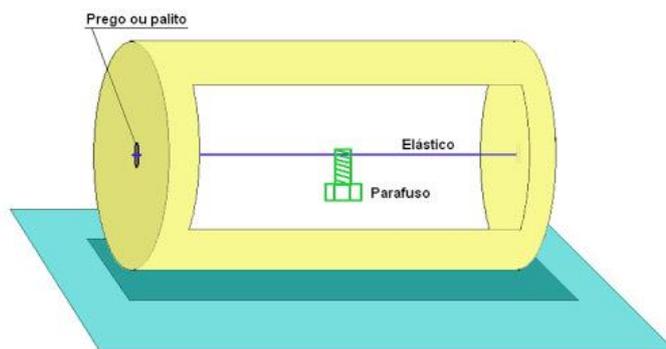
A partir daqui serão discutidas mais detalhadamente as particularidades da dinâmica para cada experimento e do questionário proposto neste trabalho.

4.1 EXPERIMENTOS

Os experimentos sugeridos são os seguintes:

4.1.1 Lata mágica

Figura 2: Lata mágica



Esquema da Lata mágica. Fonte: Portal do professor, 2009.

Materiais:

- 1 lata de alumínio vazia com tampa (por exemplo: Lata de Leite)
- 1 chave de fenda ou objeto pontiagudo semelhante
- 2 pilhas do tipo AA ou um parafuso com o mesmo peso
- 1 elástico látex de borracha
- 2 *clips*
- Fita adesiva

Como montar/executar o experimento:

Para montar o experimento, fure o centro da parte inferior e superior da lata. Depois, cole as pilhas no centro do elástico com a fita adesiva e então, é só prender com os *clips* as pontas dos elásticos nas duas partes furadas da lata. Dentro da lata, as pilhas devem ficar penduradas pela tensão do elástico.

Após a montagem, basta colocar a lata em posição horizontal sobre uma superfície plana e empurrá-la para frente, em seguida, a lata retornará, rolando em sentido contrário ao do empurrão.

Sugestão de dinâmica em sala de aula

Na realização do experimento 1, a lata mágica, o professor escolherá um aluno para lhe auxiliar no experimento. Neste sentido, coloca-se o aluno a uma distância do professor e explica previamente que o professor irá empurrar a lata em sua direção

e pede para que ele, assim que a lata tocar seus pés, pegue-a, e antes de fazê-lo, o professor pode perguntar o que os alunos acham que acontecerá.

Sabendo o professor que a lata irá retornar antes de chegar ao aluno, o professor aplicará uma força que não seja suficiente para que a mesma chegue aos pés do aluno. Fazendo isso, a lata retornará para o professor e nesse momento todos irão ficar surpresos e se perguntando o que aconteceu, inclusive o professor, para que eles achem que nem ele esperava tal resultado, fazendo comentários com os colegas ao lado do tipo: “Que legal! Vocês sabem como funciona?”, “Uau! Será que tem algum controle remoto?”, “Acho que tem um motor dentro da lata, o que tu acha?”, “Acho que ele puxou com alguma linha!”. Nesse momento todos acreditavam que a lata chegaria aos pés do aluno voluntário, pois é o que aconteceria com uma lata vazia.

Outra sugestão seguindo a linha de raciocínio do mesmo exemplo, o professor também pode após empurrar a lata com uma força não suficiente para chegar até o aluno, afirmar para todos da sala que não empurrou a lata com força suficiente e fingir puxá-la, como se houvesse uma linha invisível.

Ademais, o professor ao finalizar alguma dessas sugestões, ou até mesmo as duas, poderá colocar a lata de volta em cima do birô, ao lado de outra lata vazia, previamente posta, e conversar com os alunos sobre o experimento fazendo algumas perguntas, como por exemplo:

- O que vocês acham que aconteceu?
- Por que a lata retornou?
- Vocês esperavam que isso acontecesse?
- E se eu empurrar a lata com mais força?

E logo em seguida, o professor pode pegar esta lata vazia, aparentemente igual a outra, e pedir para que um ou dois alunos tentem realizar o mesmo experimento, porém sem sucesso, gerando mais discussões e reações por parte de todos ali presente. O professor então poderá perguntar: “Por que não funcionou quando você empurrou? Como posso fazer para a lata retornar?” ou “O que tem nessa lata que faz ela retornar, mesmo aplicando uma força para frente?”

A explicação do fenômeno e do conceito físico envolvido

Esse experimento é estudado pela Mecânica e aborda o assunto de Conservação de Energia. O que acontece é que a lata precisa de uma força (energia) para rodar e começar a se mover. Mas ao perder a velocidade (movimento), essa energia do movimento se transforma em energia potencial elástica, isto é, passa a ser armazenada no interior do elástico e, então, novamente é liberada na forma de energia cinética (movimento), fazendo a lata voltar. Esse experimento tem como fundamento físico a transformação de energia cinética em energia potencial elástica e vice-versa.

Por que esse experimento pode surpreender?

Ao observar a lata retornando ao seu ponto de partida, os alunos irão ficar confusos, pois o natural, o que eles esperavam que acontecesse, seria a lata continuar rolando no mesmo sentido até parar ou até chegar no aluno voluntário. A expectativa é que quanto mais força colocada sobre a lata inicialmente, mais longe ela irá, mas com a transformação da energia, em certo momento a lata deixa de se mover para frente e passa a voltar, aparentemente “do nada”.

4.1.2 Holograma 3D

Figura 3: Holograma 3D



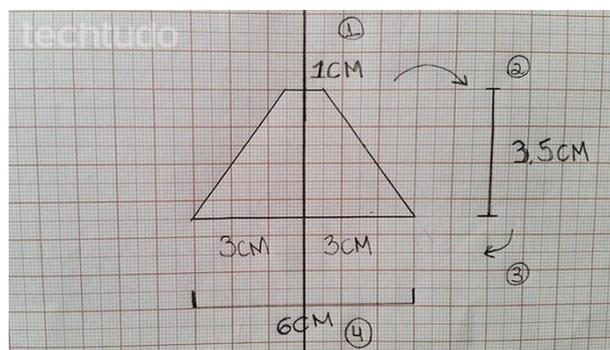
Experimento de holografia, com a imagem do planeta Terra. Fonte: TechTudo (2016)

Materiais:

- Papel Gráfico
- 1 caixa de CD (com tampa transparente) ou algum outro material semelhante
- 1 régua
- 1 estilete
- 1 caneta ou lápis
- 1 fita adesiva transparente

Como montar/executar o experimento:

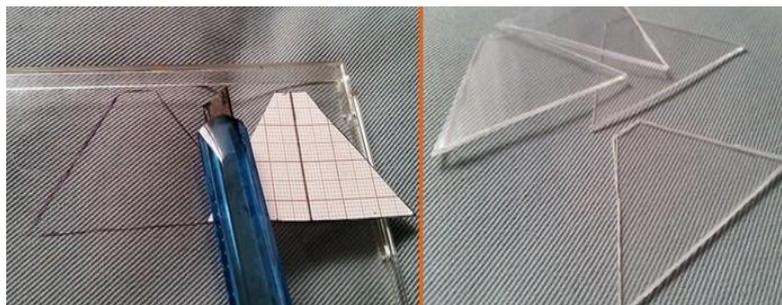
Inicie o projeto no papel gráfico montando o desenho de um trapézio, com as medidas de 1 cm no topo, 3,5 cm de altura em cada lado e 6 cm na base, como a figura abaixo.

Figura 4: Modelo do trapézio

Fonte: TechTudo (2016)

Recorte o molde com a ajuda do estilete. Coloque o trapézio de papel em uma das tampas do CD e marque as bordas com uma caneta. Para isso desmonte a caixa e remova cuidadosamente as bordas. Por fim recorte a capa do CD com o estilete e faça 4 trapézios iguais, como na figura X.

Figura 5: Recorte da caixa de CD.



Fonte: TechTudo (2016)

Agora é só montar. Recorte pequenos pedaços de fita ou durex e vá juntando as laterais dos modelos, deixando sempre a base com o lado de 1 cm.

Figura 6: Modelo pronto.



Fonte: TechTudo (2016)

O projetor de holograma 3D está pronto. Agora é só acessar e posicionar o molde na tela do *smartphone*, em um local plano e acessar em tela cheia um dos vídeos do *Youtube* com nomes como “*HOLHO 4 Faces Pyramid*” e “*Pyramid Hologram Screen*”.

Sugestão de dinâmica em sala de aula:

Inicialmente, o professor fará algumas perguntas sobre hologramas para saber os conhecimentos prévios dos alunos e discutir sobre as suas repostas, caso haja alguma. O professor pode exemplificar o que é um holograma, mostrando por exemplo um cartão bancário que o possua. Após apresentar os materiais, especialmente a estrutura feita com a caixa de CD, o professor pode iniciar um questionamento sobre

o que os alunos esperam que aconteça, por exemplo, “o que vocês acham que vai acontecer dentro dessa estrutura?”.

Uma possibilidade é que o professor tente fazer um material para o holograma em proporções bem maiores, com o auxílio da tela de um *tablet* ou de um *notebook* para produzir o efeito em larga escala. Caso consiga, todos conseguiriam observá-lo ao mesmo instante. Na realização, com o auxílio de um *smartphone* será necessário que um grupo de três ou quatro alunos tenham acesso por vez, para que o mesmo possa explorar/visualizar com mais detalhes os fenômenos do holograma, exigindo um pouco mais de tempo, porém atingindo, também, o objetivo.

Se for possível a construção de um material em proporções maiores, o experimento poderá ser realizado no centro da sala. É importante fazer com que esse experimento prenda a atenção do aluno, pois ele é mais ilusionista do que uma mágica propriamente dita. Durante a realização, o professor apagará a luz e poderá colocar vários vídeos de Hologramas 3D disponíveis na internet. Como a luz estará apagada, é possível que o professor não consiga notar a reação dos alunos com muita facilidade e, sendo assim, propomos que o professor peça para os grupos de alunos, por se aproximem e tentem interagir entre si e com o professor sobre os efeitos observados. Caso não seja possível a construção de um material em proporções maiores, o professor pode levar várias estruturas de caixa de CD, e dividir a sala em estações, onde cada grupo visualiza o holograma simultaneamente.

No momento da realização do experimento, o professor pode pedir para que os alunos coloquem a mão no holograma, tirem o material de cima do celular para verificar o que acontecerá, coloquem-no em outras posições e verifiquem se acontecerá algo diferente, entre outras coisas as quais os alunos também podem sugerir.

No final, o professor pode perguntar:

- O que foi que vocês viram?
- Por que vocês acham que isso aconteceu?
- Vocês esperavam que isso aconteceria?

Por fim, o professor também pode falar um pouco sobre a aplicação dessa tecnologia no dia a dia dos alunos, como os filmes em 3D, para que eles vejam fenômeno utilizado no dia a dia das pessoas.

A explicação do fenômeno e do conceito físico envolvido:

Hologramas são imagens tridimensionais que surgem a partir de uma projeção de luz sobre figuras bidimensionais, como as observadas no celular. Apesar do holograma apresentado neste trabalho não ser 3D, a projeção se assemelha bastante. As luzes emitidas pelo celular vinda das imagens bidimensionais são espelhadas pelo material confeccionado, criando uma imagem que flutua em cima da tela do celular pelas quatro faces do material. Ela é capaz de se mover rapidamente para criar padrões e formas iluminadas, resultando, portanto, no “holograma 3D”. O fenômeno destacado acima é da área de óptica de assuntos como reflexão e refração.

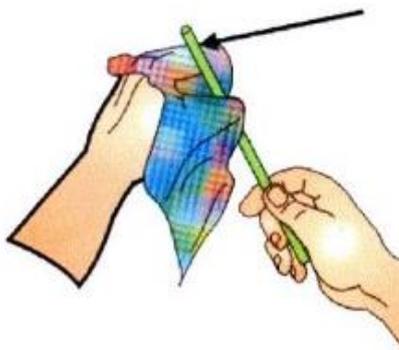
Por que esse experimento pode surpreender?

Os alunos, ao perceberem que podem visualizar um objeto fora da tela do celular, através de um material transparente e espelhado, como o sugerido, ficarão surpresos, porque não era esperado que a imagem do objeto se formasse ali, naquele espaço vazio. O efeito não acontece sem a estrutura desenvolvida, e eles ficarão curiosos para saber como funciona e talvez tenham vontade de projetar imagens diferentes. O efeito surpresa aparece especialmente no momento em que eles observam a imagem em 3D e tentam tocá-la, porém sem sucesso.

Segundo a pesquisa de Coelho (2006), os alunos se sentem mais à vontade quando eles participam dos experimentos ou quando o professor realiza a demonstração de experimentos, mostrando o conteúdo na prática.

4.1.3 Canudo eletrizante

Figura 7: Eletrização por contato



Fonte: Unesp⁷

Materiais:

- Canudo liso de plástico
- Lenços de Papel
- Folha de caderno

Como montar/executar o experimento:

É bem simples de realizar o experimento. Para a realização é necessário pegar um canudo e atritá-lo com um lenço ou guardanapo de papel até que o mesmo fique eletrizado, como na figura acima. Em seguida basta jogarmos o canudo contra a parede, que ele grudará imediatamente. O professor pode também, na sequência, picar uma folha de papel e, após a eletrização do canudo, aproximar o canudo desses pedaços de papel picado, então será possível notar que esses pedaços de papel irão ser atraídos pelo canudo.

Nesse experimento é necessário ficar alerta com o clima, pois a umidade do ar pode atrapalhar as condições de eletrização, assim como o ar-condicionado em

⁷ Disponível em:

http://www.rc.unesp.br/showdefisica/99_Explor_Eletrizacao/paginas%20htmls/Demo%20Canudinho.htm

baixas temperaturas, fazendo com que o fenômeno não seja observado. Se for possível, faça o teste antes da aula, no ambiente, para verificar se será possível observar o fenômeno de eletrização.

Sugestão de dinâmica em sala de aula:

O professor pode iniciar a aula perguntando como seria possível grudar um objeto na parede sem utilizar cola ou fita adesiva e após receber as respostas, pode sugerir que os alunos testem suas hipóteses – quando forem viáveis. Nesse caso, o melhor objeto a ser usado é o tubo externo de uma caneta BIC. Então, o professor pode começar a realizar o experimento do canudo seguido de algumas perguntas, como por exemplo:

- Por que vocês acham que isso aconteceu?
- Como isso aconteceu?
- Como vocês acham que isso funciona?
- O que eu fiz com o canudo que o fez grudar na parede?

Continuando, o professor pode perguntar o que aconteceria se tentar grudar o canudo em outros lugares ou se atritar o canudo com outros materiais, se não o lenço de papel. Ao perceberem que a eletrização por contato só funciona entre materiais específicos, podem ser levantadas hipóteses sobre o porquê que isso acontece. Outrossim, o professor pode pedir para que os alunos tentem repetir o experimento, para que os mesmos tenham mais contato com os materiais e comecem a desvendar “mágica”.

Já na segunda etapa do experimento, o experimento com o canudo e o papel picado, o professor pode fazer as mesmas perguntas e os mesmos desafios, contudo o efeito eletrostático causará um efeito de mágica diferente, que ao invés de grudar o canudo na parede, os papeis é que serão atraídos pelo canudo. Outra variação é aproximar o canudo de cabelos finos e longos, que também poderão ser atraídos, ou ainda usar uma bexiga, no lugar do canudo, para fazer essa parte da eletrização.

A explicação do fenômeno e do conceito físico envolvido

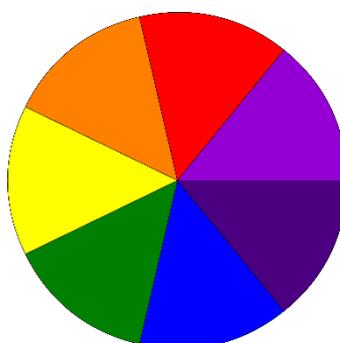
Acontece que, quando atritamos o canudo com o lenço de papel, há uma troca de cargas elétricas entre eles e o canudo fica com excesso de elétrons e ao aproximarmos de algum outro objeto, estes estão sujeitos a uma força de atração ou repulsão, devido ao excesso de carga elétrica, seja negativa ou positiva, de acordo com os princípios da eletrostática.

Por que esse experimento pode surpreender?

A mágica acontece no momento em que o professor consegue grudar o canudo na parede, logo após as tentativas “frustradas” dos alunos. O feito de colar algo na parede sem qualquer material que tenha a propriedade adesiva irá contrariar a concepção de natural que os alunos possuem no momento. O mesmo vale para o momento quando o professor aproxima o canudo do papel picado e eles são atraídos se movendo em direção ao canudo, sem nenhum tipo de artefato marcando a interação entre os dois.

4.1.4 Disco Colorido

Figura 8 – Disco colorido



Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Disco_de_Newton

Materiais:

- 1 CD
- 2 discos coloridos de papel A4 (como na figura)
- Cola
- Tesoura
- 1,3 m de um fio resistente
- 2 argolas de chaveiro

Como montar/executar o experimento:

Começar passando um pouco de cola no CD, nos dois lados, em seguida colar os discos coloridos de papel, um em cada lado. Agora, é necessário fazer dois furos, em lados opostos, próximo ao furo central do CD. Se o papel ficar passando das bordas do CD, o excesso pode ser retirado com a tesoura. Feito isso, pode ser inserido as duas pontas do fio, em cada um dos furos, pelo mesmo lado do CD e logo em seguida pode amarrar essas pontas. Posicione o CD no meio do fio e coloque uma argola de chaveiro em cada uma das extremidades, como a Figura 9, para quem for realizar o experimento ter mais controle. Então, o experimento está pronto para ser realizado. Para sua execução o professor, segurando nas argolas, pode girar o disco, até o fio ficar completamente ou parcialmente enrolado e então esticados, puxando com as duas mãos em sentidos contrários. Assim o efeito Físico acontecerá, e o disco inicialmente colorido parecerá branco.

Figura 9 – Disco com os fios e argola



Fonte: Print do vídeo do Manual do Mundo⁸

⁸ https://www.youtube.com/watch?v=LIKeTEzYrjo&ab_channel=ManualdoMundo

Sugestão de dinâmica em sala de aula:

Ao iniciar a apresentação do experimento o professor pode conversar um pouco sobre o arco-íris, perguntando se eles acham legal, se eles já correram atrás de um, se eles sabem como ele é formado e quando aparece. Pode também ser perguntado, para motivar a participação deles, qual a cor preferida de cada um, se o preto e o branco são considerados cores, como podemos ver as cores e como as cores são formadas. Logo em seguida, o professor pode começar a questionar os alunos sobre as possíveis combinações de cores e então perguntar: “O que acontece se juntarmos todas as cores?”. Depois de ouvir as respostas, então, poderá realizar o experimento, começando a movimentar o disco. Ao finalizar a demonstração, o professor perguntará aos alunos:

- Que cor eles viram?
- Vocês sabem o porquê disso acontecer?
- Será que a velocidade do disco tem alguma relação com isso?
- E se ao invés do disco, fossem tintas, elas formariam o branco no final?

Para que os alunos possam ter um pouco mais de contato com o experimento, o professor pode, se achar necessário, fazer vários modelos para que os alunos tentem manipulá-los ao mesmo tempo, ou emprestar para alguns o único que o professor confeccionou. Assim, eles notarão mais de perto o que acontece quando o disco gira e todas as cores se misturam. No final, o professor também pode propor o mesmo experimento, com um novo disco adicionando a cor preta e, então, questionar aos alunos se também ficará branco ao se movimentar e por quê.

A explicação do fenômeno e do conceito físico envolvido:

Newton percebendo um raio de luz do sol que entrava na sua casa por um furo bem pequeno, colocou na frente da luz um prisma de vidro, totalmente polido, e percebeu que a luz branca deu origem a inúmeras outras cores. Na época, já sabiam que a luz branca dava origem a outras cores, porém pela observação de outros fenômenos naturais, como o arco-íris.

Então, a partir dos estudos decorrentes dessa observação, entendeu-se que a luz, na verdade, é formada por uma mistura de todas as cores do espectro. Esse disco proporciona o efeito contrário ao prisma de Newton, uma vez que nele a junção das cores é que dá origem a luz branca. Se a luz branca se divide em várias outras, várias outras cores misturadas se tornará a luz branca. Logo, ao girar o disco em alta velocidade, as cores se misturarão e voltarão a ser branca.

Este efeito não acontece quando misturamos tintas de várias cores, pois o efeito é válido apenas para a mistura da luz, e no caso das tintas estamos tratando de pigmentos, e eles darão origem a uma tinta de cor entre o marrom e o preto.

Por que esse experimento pode surpreender?

Assim que o professor realizar o experimento, os alunos irão ficar na expectativa de ver apenas o disco girando, conseguindo visualizar todas as cores em movimento, contudo, quando as cores “desaparecerem” e surgir apenas o branco, os alunos notarão o efeito do experimento e ficarão curiosos em querer saber o porquê isso aconteceu e como várias cores dão origem ao branco. Como já proposto anteriormente, é possível que os alunos perguntem sobre a mistura de tintas, que será um momento a mais para que o professor introduza os conceitos físicos presentes na mistura das luzes e dos pigmentos, diferenciando-os.

A dinâmica final da aula se dará da seguinte forma:

Ao finalizar todos os experimentos, o professor pode mostrar um vídeo com truques de mágicas simples, ou se se sentir à vontade, fazer alguns truques simples de baralhos. A partir disso, o professor pode perguntar aos alunos qual a diferença do que eles viram no vídeo ou na mágica que o professor fez, para os experimentos realizados em sala de aula. A ideia chave dessa discussão é mostrar para os alunos que a Física é tão maravilhosa quanto os efeitos da mágica, e que esta Física está presente em muitos fenômenos do nosso dia a dia. Mas, por outro lado, os mágicos são ilusionistas interessados em causar efeitos que surpreendem e que, muitas vezes não são explicados, ao contrário da ideia dos experimentos científicos.

Por isso, em todos os experimentos propostos podemos ver que os efeitos causados são algo natural, frutos de objetos de estudo da Física e que a realização do mesmo experimento, para outras pessoas, causaria os mesmos efeitos, iguais aos de uma mágica, mas também podem gerar curiosidade para que elas busquem aprender como funciona para reproduzi-los e explicá-los.

De acordo com as possíveis reações de surpresa e espanto, o aluno será afetado pelo efeito causado pelo experimento, fazendo com que ele queira tentar reproduzir e entender qual o “truque” por trás do fenômeno observado, deixando-os curiosos. Segundo Wallon, a afetividade relaciona tudo que afeta o indivíduo, socialmente ou individualmente e faz surgir a inteligência, cognição. Assim, ao fazer o aluno se interessar ou querer saber mais sobre o experimento, o professor estará induzindo o aluno a se interessar pelos acontecimentos que causaram essa emoção.

Também poderá ser observado durante a realização desses experimentos a manifestação da curiosidade, a ponto dos alunos tentarem entender e discutir com os demais colegas em sala sobre o que está sendo observado. As formas de expressão como, gestos com as mãos, rosto e demais formas de expressão utilizando partes do corpo também devem ser consideradas, pois sinalizam surpresa, espanto, riso, inquietação diante dos eventos estranhos, olhar para os lados, como forma de verificar se os colegas estão tendo as mesmas reações. Wallon também defende que pelo fato da motricidade ser a primeira forma de expressão do ser humano, ela é fundamental durante o desenvolvimento e o processo de aprendizagem do aluno, pois diz bastante como a pessoa está sendo afetada.

A ideia de relacionar os experimentos à mágica, está também ligada a melhorar a motivação intrínseca dos alunos nas aulas de Física, pois segundo Tapia e Fita (2015), o aluno é influenciado pela disciplina e, que ao mesmo tempo se motiva a superar obstáculos à medida que avança na matéria, estimulando a curiosidade e favorecendo sua aprendizagem do aluno. Logo, ao motivar os alunos com foco no afeto, ou seja, ao trazer à tona e ao solucionar suas dúvidas durante os experimentos, é possível que se sintam com menos dificuldades em relação a disciplina, e pode fazer com que ele aprenda o conteúdo mais facilmente. Tendo em vista as situações mencionadas, conclui-se que os alunos ficarão sugestionados a se interessar um pouco pela Física a partir dessa dinâmica com os experimentos.

Por fim, durante toda a atuação do professor, deverá observar as expressões e os gestos dos alunos para verificar se eles estão reagindo diante do experimento, conforme os aspectos da Teoria do Desenvolvimento de Henri Wallon, examinando expressões da afetividade e do ato motor. Conforme os alunos forem percebendo que a Física está presente em seu dia a dia, a motivação relacionada com a tarefa ou a motivação intrínseca será desenvolvida, fazendo com que os alunos ao estudar a disciplina lembrem-se dos experimentos, e conseqüentemente, da excelência e dos créditos da mesma no dia a dia. Ademais, a curiosidade estará sendo estimulada pela repetição da experimentação em sala de aula e é provável que alguns dos alunos desenvolvam uma curiosidade epistemológica, como defende Paulo Freire, e não apenas a domesticada.

4.2 QUESTIONÁRIO

Elaboramos como instrumento de coleta de dados para essa proposta um questionário, que servirá para aplicação de um estudo de caso, com 10 questões, abertas e fechadas. O objetivo deste é apanhar informações e opiniões dos alunos sobre a Física, a motivação, o afeto e a curiosidade, tanto em relação a aula experimental proposta quanto sobre a metodologia da aula, realçando o que influencia ou não na aprendizagem dos alunos.

Cada pergunta tem um objetivo específico para ser analisado, o que faremos a seguir.

Pergunta 1: Você se interessa pela Ciência desde quando?

- () Não me interessa
- () Desde criança
- () Desde de quando comecei a estudar.
- () Há algum tempo, entre um ou dois anos.
- () Interessei-me um pouco agora

Esta pergunta foi escolhida para que a partir dela o professor tenha conhecimento sobre o interesse/motivação dos alunos pela disciplina, se este foi obtido agora ou se já existia. Se a maioria das respostas for “Me interessei um pouco agora”, poderemos afirmar que houve influência positiva em razão da aula. Se já tiverem interesse pela disciplina, observaremos na análise das próximas perguntas se a aula, ainda assim, conseguiu favorecer um resultado positivo. Pois, como já analisamos, quanto mais for desenvolvido a afetividade – ato de ser afetado pelo mundo externo/interno – mais motivação teremos para aprender.

Pergunta 2: Você gostou da aula?

Sim Um pouco Não

A pergunta 2 está diretamente ligada à satisfação do aluno pela aula. Esperamos conseguir notar a influência da aula no afeto e motivação de acordo com as respostas. Como já destacado, para Wallon, a inteligência vem de dentro da afetividade, portanto, nós aprendemos, com mais facilidade, aquilo que gostamos, temos mais afeto, e é mais difícil aprender aquilo que não gostamos, temos menos afeto. Sendo assim, ao perceber que o aluno gostou da aula ficará mais fácil perceber que ele prestou atenção e conseguiu entender, com mais facilidade, um pouco dos conceitos físicos, logo, ele foi afetado e motivado pela aula.

Pergunta 3: Depois dessa aula, você ficou animado para estudar Física?

Sim Um pouco Não

Aqui é verificado se o método proposto, aula experimental, com efeitos de mágica, produziu o efeito de motivar, de incentivar e de aumentar a curiosidade e o interesse pela disciplina de Física. Mesmo que a resposta seja sim, não se pode afirmar que essa animação seguirá o aluno até os anos seguintes, pois é possível que eles atinjam a curiosidade domesticada, ou seja, momentânea, devido a metodologia de aula ser diferente das habituais. Entretanto, se o professor seguir com essa linha de raciocínio, inserindo experimentos e outros fatores que consigam motivar o aluno, constantemente, como os que propusemos, o aluno será capaz de desenvolver uma

curiosidade epistemológica, que se estenderá para fins futuros, como defende Paulo Freire.

Pergunta 4: O que você achou dos experimentos?

A pergunta 4 medirá se o aluno foi afetado positivamente ou negativamente e dependendo das respostas pode-se tirar algumas conclusões, por exemplo, se o aluno ficou motivado e/ou curioso.

Pergunta 5: O que você sentiu ao ver os experimentos sendo realizados?

Esta pergunta tem o objetivo de verificar se o aluno ficou curioso para saber mais sobre os experimentos e, conseqüentemente, se houve expressões de emoções, tais como os efeitos que um mágico causa em seu público, como por exemplo, surpresa, deslumbramento, curiosidade, admiração, maior nível de atenção, espanto e até mesmo o assombro, pois acreditamos que estas sensações poderão trazer uma maior interação entre os alunos e o conteúdo estudado

De maneira geral, as perguntas 4 e 5 são um aprofundamento da questão 2, na tentativa de compreender melhor sobre os impactos da utilização dos experimentos na aula.

Pergunta 6: Algum dos experimentos o surpreendeu? Se sim, qual dos experimentos foi o mais inesperado e surpreendente para você e por quê?

Essa tem o objetivo de saber qual o experimento que mais estimulou a curiosidade e deixou o aluno surpreso, procurando relacionar as justificativas dos alunos às expectativas de surpreendê-los mencionadas neste trabalho.

Pergunta 7: Os experimentos fizeram com que você prestasse mais atenção?

() Sim () Um pouco () Não

Além disso, a pergunta 7 analisará se foi possível estimular a curiosidade e a atenção dos alunos em função dos experimentos propostos.

Pergunta 8: O que você gostaria de saber mais depois de ver estes experimentos?

Aqui podemos medir o quanto o aluno ficou curioso, em função dos elementos que ele conseguir listar. Ao destacar as coisas que com as quais o aluno se motivou a querer aprender mais, podemos concluir se a utilização dos efeitos da mágica como meio para implementar a experimentação em sala de aula é ou não um fator motivador da curiosidade, e analisar a integração cognitiva-afetiva-motora do aluno a partir disso. Essa questão trará uma conclusão positiva ou negativa sobre a metodologia em questão, assim podemos avaliar como foi possível afetar o aluno.

Pergunta 9: Você gostaria de ter mais experimentos nas aulas? Por quê?

Sim Às vezes Não

Queremos saber nesta pergunta se o aluno gostou da utilização de experimentos em sala de aula e se ele gostaria que isso acontecesse com mais frequência. Se a resposta for positiva, o professor pode tentar inserir mais experimentos em suas aulas com o objetivo de desenvolver a curiosidade do aluno e também a aprendizagem de conceitos científicos.

Pergunta 10: Enumere em uma escala de 1 a 5, qual a sua metodologia preferida (1) e a menos preferida (5) nas aulas de Ciências/Física.

- Exercícios
- Matéria no quadro
- Trabalhos em grupo
- Experimentos
- Slides

O objetivo desta pergunta é saber qual a metodologia preferida pelo aluno, com a qual ele se sente mais à vontade para aprender, entender um pouco sobre quais metodologias os afetam e o quanto. Assim, ao utilizar com mais frequência a metodologia que os alunos gostam, o professor pode dar abertura para que eles consigam prestar mais atenção na aula e aprendam com mais facilidade.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Elaboramos uma proposta metodológica, com a proposição de uma aula experimental, baseada em efeitos aparentemente mágicos, e um instrumento de coleta de dados para analisar esses efeitos e a opinião dos alunos em relação a aula experimental, ademais, dando também outros subsídios para que o professor analise visualmente tais feitos, baseados no referencial teórico adotado nesta pesquisa.

Em princípio, a pesquisa seria aplicada, entretanto, devido ao período de pandemia COVID-19 não foi possível. Então, fizemos a alteração para uma proposta, com a possibilidade de aplicação no futuro.

Ao escolhermos propor uma aula experimental com efeitos aparentemente mágicos, na verdade, queríamos elaborar uma aula que causasse os mesmos efeitos que um mágico causa em seu público, como, emoções, deslumbramento, curiosidade, ar de surpresa, maior nível de atenção, espanto e até mesmo o assombro, pois acreditamos que estas sensações poderão fazer com que os alunos sejam facilmente afetados, tornando-os mais motivados e curiosos em querer aprender mais sobre Física.

O objetivo desse trabalho foi elaborar uma proposta de aula e um instrumento de coleta de dados para investigar futuramente quais as consequências que podem ser geradas em alunos do 9º ano do Ensino Fundamental, no que diz respeito à aproximação com a disciplina, causadas por uma aula experimental de Física que propositalmente relaciona experimentos de Física com truques de mágica. Partindo do pressuposto de que algumas ideias relativas ao dia a dia podem despertar a atenção e o interesse desses alunos além dos seus professores e que venham servir também para o aproveitamento e aprimoramento futuro.

Então, compreendendo o papel da experimentação como promotora no desenvolvimento de importantes aspectos no conhecimento científico, fica uma importante pergunta a ser respondida em pesquisas futuras: Quais as consequências que podem ser geradas em alunos do 9º ano do Ensino Fundamental, no que diz respeito à aproximação com a disciplina de Física, causadas por uma aula

experimental que, propositalmente, relaciona experimentos de Física com truques de mágica?

Sugerimos que essas consequências, se houver, sejam analisadas em todos os aspectos – cognitivo, afetivo e motor do aluno, como defende Wallon em sua Teoria do Desenvolvimento. Com a utilização da proposta que elaboramos, relacionando experimentos de Física com a mágica, buscamos por experimentos com potencial de causar os efeitos que a mágica causa nas pessoas, pois, nossa hipótese é que se isso for atingido, o aluno será afetado pela aula positivamente e esperamos que ao se surpreenderem com os experimentos, os alunos fiquem motivados e mais atenciosos, além de curiosos em querer saber qual o “truque” por trás da “mágica”.

Mesmo que esta curiosidade seja desenvolvida apenas nessa aula, o professor, segundo Paulo Freire, se continuar estimulando a curiosidade dos alunos, pode fazer com que eles desenvolvam uma curiosidade qualitativamente superior a longo prazo, chamada de curiosidade epistemológica. As consequências da nossa proposta são: conseguir afetar os alunos positivamente, deixando-os motivados, mais atenciosos e curiosos em querer aprender mais sobre aqueles fenômenos, e em última instância, fazer com que eles se interessem pela Física e pela Ciência.

A proposta poderá ser aplicada futuramente por professores do Ensino Fundamental e/ou pesquisadores, dando preferência às escolas públicas, e aos alunos que estão cursando os últimos anos. Contudo, é necessário, para obter um resultado satisfatório e funcional, analisar o aluno por inteiro, baseando-se nos conceitos do nosso referencial teórico, a Teoria do Desenvolvimento de Henri Wallon, os tipos de curiosidades de Paulo Freire e a motivação, e para isso consideramos como parte integrante desta proposta também a elaboração do questionário. Sugerimos que, se possível, o professor grave a aula para analisar, posteriormente, a reação dos alunos, pois em uma turma com muitos alunos fica complicado conseguir perceber todas as reações durante a aula.

Enfim, a experimentação, segundo Harada (2012), assim como a mágica, por si só produz a maravilha e encantamento, muitas vezes causando surpresa diante de propriedades e efeitos inesperados, e aqui utilizaremos desses efeitos para induzir os alunos ao interesse pela Física, tendo em vista que é uma disciplina que os alunos costumam não se interessar muito e achar difícil antes mesmo de vivenciá-la. Ao

afetar o aluno, com foco em deixá-lo interessado, outros aspectos são desenvolvidos, como a curiosidade e o próprio desenvolvimento cognitivo, ou seja, o conhecimento, tornando a aprendizagem mais leve a partir daquilo que o atrai.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, P. R. L. *Ensino de ciências e possibilidades de aprendizagens: Aprendizagem significativa baseada na experimentação e uso de mapas conceituais*. Monografia (Curso de Especialização em Letramentos e práticas interdisciplinares) – Universidade de Brasília (UNB) – Brasília – DF, 2015.

BRASIL. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNC_C_20dez_site.pdf. Acesso em: 01 de março de 2020.

BRITIS, L. *O que são aspectos cognitivos da aprendizagem?*. 2019. Disponível em: <https://neurosaber.com.br/o-que-sao-aspectos-cognitivos-da-aprendizagem/>. Acesso em: 20 de julho de 2020.

CARVALHO, J. *Uma proposta de aulas experimentais de Ciências por meio do Ensino por Investigação*. Licenciatura em Ciências Naturais, Universidade de Brasília. Planaltina-DF, novembro de 2016.

COELHO, R. O. *O que leva o aluno a gostar (ou não) da aula de Física?* Dissertação (Curso de Especialização em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2006.

DICIO. *Dicionário online de Português*. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/>. Acesso em: 22 de março de 2020.

FERNANDES, E. F. *As dificuldades de compreender Física dos alunos do ensino médio das escolas públicas de Iguatu – CE*. Monografia (Curso de Graduação em Física) - Faculdade de Educação, Ciências e Letras de Iguatu - FECLI, Universidade Estadual do Ceará - UECE, Iguatu - CE, 2006.

FREIRE, P. *Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa*. 25ª Ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GUIMARÃES, E. V. *O papel da experimentação no ensino de ciências e sua contribuição para a aprendizagem significativa*. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), Guarapuava - PR, 2017.

HARADA, R. *A tentativa do impossível: a arte mágica como matéria poética da cena teatral*. Tese (Dourado em Artes). Universidade Federal de Campinas – Instituto de Artes. Campinas, 2012.

KUBO, O. M.; BOTOMÈ, S. P. *Ensino-aprendizagem: uma interação entre dois processos comportamentais*. Florianópolis – SC. v. 5. 2001.

MAHONEY, A. A.; ALMEIDA, L. R. Afetividade e processo ensino-aprendizagem: Contribuições de Henri Wallon. *27ª Reunião Anual da Anped, no GT Psicologia da Educação, São Paulo, 2004*.

MARUSIC, M; SLISKO, J. Many high-school students don't want to study physics: active learning experiences can change this negative attitude!. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 34, n. 3, 3401, 2012.

NASCIMENTO, C. A. R. Rogério Bacon e a ciência experimental. In: GOLDFARB, A.; BELTRAN, M (Orgs.). *O saber fazer e seus muitos saberes: experimentos, experiências e experimentações*. 1ª Ed. São Paulo: Livraria da Física, 2006.

ORTEGA, J. L. N. A. *Lacuna e enunciação no ensino de Física: quando a Física é Mágica*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Universidade de São Paulo-USP, São Paulo, 2012.

RICARDO, E. C. Problematização e contextualização no ensino de Física. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). *Ensino de Física*. 1ª. Ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

SAITO, F. Alguns aspectos da idéia de experiência de Blaise Pascal (1623-1662. In: GOLDFARB, A.; BELTRAN, M (Orgs.). *O saber fazer e seus muitos saberes: experimentos, experiências e experimentações*. 1ª Ed. São Paulo: Livraria da Física, 2006.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica e documentos oficiais brasileiros: um diálogo na estruturação do ensino de Física. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). *Ensino de Física*. 1ª. Ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

SERE, M. G.; COELHO, S. M.; NUNES, A. D. O papel da experimentação no ensino da Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 20, n. 1, abr. 2003.

TAPIA, J. A.; FITA, E. C. *A Motivação em Sala de Aula: o que é como se faz*. Título original: *La motivación em la aula*. Tradução: Sandra Garcia. São Paulo: Loyola, 1999.

TODOROV, J. C.; MOREIRA, M. B. O conceito de motivação na Psicologia. *Revista Brasileira de Terapia Comportamental e Cognitiva*. Vol.7, no.1, 119-132. São Paulo, junho de 2005.

UEBEL, T; KONIG, R. Aulas experimentais são eficazes?. *Revista Destaques Acadêmicos*, CETEC/UNIVATES, ano 1, n. 4, 2009.

WALLON, H. *A evolução Psicológica da Criança*. Título original: *L' Evolution Psychologique de l'Enfant*. Tradução: Ana Maria Bessa. 70^o Ed. Librairie Armand Colin, 1968.