UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS (UFG)/ UNIVERSIDADE FEDERAL DE CATALÃO (UFCAT) em implantação UNIDADE ACADÊMICA (UA): INSTITUTO DE FÍSICA PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA

THIAGO HENRIQUE JERÔNIMO

SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS EM ESPIRAL COMO MATERIAL ALTERNATIVO DE APOIO, EM SITUAÇÕES DE ENSINO, À EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS

Catalão- GO
Maio de 2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
UNIDADE ACADÊMICA ESPECIAL DE FÍSICA

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES

E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei 9.610/98 , o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do material bibliográfico

[x] Dissertação [ ] Tese [ ] Outro*:_____

*No caso de mestrado/doutorado profissional, indique o formato do Trabalho de Conclusão de Curso, permitido no documento de área, correspondente ao programa de pós-graduação, orientado pela legislação vigente da CAPES.

Exemplos : Estudo de caso ou Revisão sistemática ou outros formatos.

2. Nome completo do autor

Thiago Henrique Jerônimo

3. Título do trabalho

SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS EM ESPIRAL COMO MATERIAL ALTERNATIVO DE APOIO, EM SITUAÇÕES DE ENSINO, À EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS

4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento [x] SIM [ ] NÃO[1]

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:

a) consulta ao(à) autor(a) e ao(à) orientador(a);

b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação.

O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.

Documento assinado eletronicamente por **Mauro Antonio Andreata** , **Professor do Magistério Superior** , em 18/08/2022, às 20:03, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020 .

Documento assinado eletronicamente por **THIAGO HENRIQUE JERÔNIMO** , **Discente** , em 23/08/2022, às 15:20, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020 .

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3105833** e o código CRC **FE703E0A** .

Referência: Processo nº 23070.040369/2022-41 SEI nº 3105833

THIAGO HENRIQUE JERÔNIMO

SEQUENCIAS DIDATICAS EM EXPIRAL COMO MATERIAL ALTERNATIVO DE APOIO, EM SITUAÇÕES DE ENSINO, À EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, da Unidade Acadêmica (UA) Instituto de Física, da Universidade Federal de Goiás (UFG) / Universidade Federal de Catalão (UFCAT) em implantação, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. Área de concentração: Educação básica. Linha de pesquisa: Ensino de Física.

Orientador(a): Professor(a) Doutor(a) Mauro Antônio Andreata.

Catalão- GO
Maio de 2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFCAT.

Jerônimo, Thiago Henrique
SEQUENCIAS DIDATICAS EM EXPIRAL COMO MATERIAL ALTERNATIVO DE APOIO, EM SITUAÇÕES DE ENSINO, À EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS / Thiago Henrique Jerônimo. - 2022.
102, CII f.: il.

Orientadora: Profa. Dra. Mauro Antônio Andreata.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Catalão, Instituto de Física, Catalão, Programa de Pós-Graduação em Educação, Catalão, 2022.
Bibliografia. Anexos. Apêndice.
Inclui fotografias, abreviaturas, símbolos, gráfico, tabelas, algoritmos, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Aprendizagem ativa de Física. 2. Bruner. 3. E.J.A. I. Andreata, Mauro Antônio , orient. II. Título.

CDU 5

UFG

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

UNIDADE ACADÊMICA ESPECIAL DE FÍSICA

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Ata nº **02** da sessão de Defesa de Dissertação de **Thiago Henrique Jerônimo,** que confere o título de **Mestre em Ensino de Física** , na área de concentração **Física na Educação Básica** .

Aos vinte e oito dias do mês de julho de dois mil e vinte dois, a partir das 14:00 horas, na sala virtual do Google Meet, realizou -se a sessão pública de Defesa de Dissertação intitulada **"SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS EM ESPIRAL COMO MATERIAL ALTERNATIVO DE APOIO, EM SITUAÇÕES DE ENSINO, À EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS "** nas dependências da Universidade Federal de Catalão , onde os programas de pós -graduação stricto sensu em funcionamento encontram -se provisoriamente vinculados à Universid ade Federal de Goiás , em virtude de procedimentos técnicos relacionados à CAPES , já sendo realizada a transferência da Biblioteca Digital de Dissertações e Tese s (BDTD) . Assim , justifica -se os nomes d as instituições nes te documento, uma no c abeçalho (U F G), outra no corpo do texto (UF CAT). Os trabalhos foram instalados pelo Orientador, **Professor Doutor Mauro Antonio Andreata (PPGEF/UFCAT)** com a participação dos demais m embros da Banca Examinadora: **Professor Doutor Marcos Fernandes Sobrinho (IF Goiano/Urutaí)** , membro titular externo; **Professor Doutor Jalles Franco Ribeiro da Cunha (PPGEF/UFCAT)** membro titular interno **; Professor Doutor Eduardo Sérgio de Souza (PPGEF/UFCAT),** membro titular interno. A Banca Examinadora reuniu -se em sessão secr eta a fim de concluir o julgamento da Dissertação, tendo sido o candidato **(X) Aprovad o** ( ) Reprovad o pelos seu s membros. Proclamados os resultados pel o Professor Doutor Mauro Antonio Andreata, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou -se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora, aos vinte e oito dias do mês de julho de dois mil e vinte dois.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA

Documento assinado eletronicamente por **Mauro Antonio Andreata** , **Professor do Magistério Superior** , em 22/08/2022, às 17:03, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020 .

Documento assinado eletronicamente por **Eduardo Sérgio De Souza** , **Professor do Magistério Superior** , em 23/08/2022, às 07:37, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020 .

Documento assinado eletronicamente por **Jalles Franco Ribeiro Da Cunha** , **Professor do Magistério Superior** , em 23/08/2022, às 08:55, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020 .

Documento assinado eletronicamente por **Marcos Fernandes Sobrinho** , **Usuário Externo** , em 23/08/2022, às 14:40, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020 .

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3085141** e o código CRC **234F532C** .

Referência: Processo nº 23070.040369/2022-41 SEI nº 3085141

SEQUENCIAS DIDATICAS EM EXPIRAL COMO MATERIAL ALTERNATIVO DE APOIO, EM SITUAÇÕES DE ENSINO, À EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS

THIAGO HENRIQUE JERÔNIMO

Orientador:
Prof. Dr. Mauro Antônio Andreata.

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

Aprovada por:

Prof. Dr. Marcos Fernandes Sobrinho

Prof. Dr. Jalles Franco Ribeiro da Cunha

Prof. Dr. Eduardo Sérgio de Souza

CATALÃO-GO
maio de 2022

Dedico este trabalho aos meus pais e esposa, que mesmo diante de todas as dificuldades que enfrentávamos durante o período de aulas, ainda se esforçaram em me incentivar a continuar.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao professor Dr. Mauro Antônio Andreata, que desde o início sempre esteve ao lado da criação deste trabalho, e sempre elogiando cada etapa e conquista alcançada.

Agradeço também a FAPEG pelo incentivo financeiro proporcionando assim condições dignas para que o pesquisador continuasse com o trabalho em tempos não favoráveis.

Agradeço ao meu primo João Paulo Henrique Pereira de Oliveira que no mesmo instante em que eu finalizava esta dissertação, estava iniciando sua caminha acadêmica ingressando em um programa de mestrado, fazendo assim com que eu tivesse animo para finalizar o meu.

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

Agradeço a Deus por seu suporte nos momentos de dificuldade enfrentados no decorrer da realização deste trabalho.

A ESSÊNCIA DA CRIATIVIDADE É DESCOBRIR
COMO USAR O QUE VOCÊ JÁ SABE PARA IR
ALÉM DO QUE VOCÊ JÁ PENSA.

JEROME BRUNER

RESUMO

SEQUENCIAS DIDATICAS EM EXPIRAL COMO MATERIAL ALTERNATIVO DE APOIO, EM SITUAÇÕES DE ENSINO, À EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS

Thiago Henrique Jerônimo

Orientador:
Prof. Dr. Mauro Antônio Andreata.

Apresentamos nesta produção acadêmica uma abordagem alternativa para as aulas de ciências do 9º ano do Ensino Fundamental na modalidade de Educação de Jovens e Adultos, E.J.A, cujo principal objetivo é pensar em nossas ações pautadas na pedagogia do psicólogo estadunidense Jerome Seymour Bruner (1915-2016). As aulas foram ministradas com o intuito de prepará-los para o conteúdo de Física, o qual eles irão estudar no Ensino Médio, validando o método do currículo em espiral, e também utilizando o método da aprendizagem por descoberta, tornando a aprendizagem dos alunos mais ativa. Bruner defendia que era possível ensinar qualquer conteúdo para alunos de qualquer idade, desde que seja feito de forma honesta, e assim, através desses estudos e utilizando aulas expositivas e dialógicas, podemos amenizar o impacto que os alunos sofrem quando avançam para o Ensino Médio e se deparam com conteúdos antes nunca vistos e complexos, como por exemplo, mecânica e eletromagnetismo. Contudo, a aplicação como planejada não seguiu os rumos pré-estabelecidos, a aplicação do produto educacional aconteceu de forma remota e parcial devido a pandemia da COVID-19, e exigiu uma série de adaptações, como a utilização das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação – TDIC, e mudanças no cronograma.

Palavras-chave: Aprendizagem ativa de Física; Bruner; E.J.A.

ABSTRACT

ALTERNATIVE APPROACH TO SCIENCE TEACHING AT EJA

Thiago Henrique Jeronimo

Advisor:
Prof. Dr. Mauro Antonio Andreata.

We present in this academic production an alternative approach to science classes in the 9th grade of elementary school in the Youth and Adult Education modality, E.J.A, whose main objective is to think about our actions based on the pedagogy of the American psychologist Jerome Seymour Bruner (1915 -2016). The classes were taught in order to prepare them for the physics content that they will cover in high school, validating the spiral curriculum method, and using the discovery learning method too, making the students' learning more active. Bruner defended that it was possible to teach any content to students of any age, as long as it was done honestly, and so through these studies and using expository and dialogic classes, we can soften the impact that students suffer when they advance to high school and if encounter never-before-seen and complex content, such as mechanics and electromagnetism. However, the application as planned did not follow the pre-established directions, the application of the educational product took place remotely and partially due to the COVID-19 pandemic, and required a series of adaptations, such as the use of Digital Information and Communication Technologies. – TDIC, and schedule changes.

Keywords: Active Physics Learning; Bruner; E.J.A.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Esquema do currículo espiral.....	30
Figura 2	Sequência de queda livre de uma esfera.....	52
Figura 3	Exemplo de queda livre	53
Figura 4	Trajetória orientada	56
Figura 5	Estrutura atômica representando os prótons, elétrons e nêutrons..	66
Figura 6	Relação entre as forças de atração e repulsão entre as cargas	67
Figura 7	Eletrização por atrito entre a lã e o vidro.....	68
Figura 8	Eletrização por contato em corpos de tamanhos diferentes.....	68
Figura 9	Eletrização por contato com corpos de tamanhos e formatos iguais.....	69
Figura 10	Processo de eletrização por indução.....	69

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Representando as respostas da questão 1..... 46

Gráfico 2 Representando as respostas da questão 4..... 46

LISTA DE IMAGENS

Imagem 1	Medição feita pelo aluno.....	59
Imagem 2	Medição feita pelo aluno.....	60
Imagem 3	Abandono de corpo para medição de tempo.....	60
Imagem 4	Abandono de corpo para medição de tempo.....	61
Imagem 5	Tabela completada pelo aluno.....	62
Imagem 6	Lista de materiais para o experimento.....	74
Imagem 7	Fio de cobre com as extremidades desencapadas.....	74
Imagem 8	Retângulo e esfera de papel alumínio.....	75
Imagem 9	Realização da etapa 1.....	75
Imagem 10	Eletroscópio.....	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Resumo das aulas..... 49

Tabela 2 Tabela disponibilizada aos alunos..... 58

Tabela 3 Terceira etapa do experimento “Eletroscópio-Resposta ao questionário..... 73

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 18
2 FUNDAMENTAÇÃO EDUCACIONAL 23
2.1 BRUNER: BIOGRAFIA E OBRA 23
2.2 BRUNER E SUA TEORIA DE APRENDIZAGEM 24
2.2.1 Fatores colaborativos na aprendizagem 25
2.2.2 Formação do conhecimento 25
2.2.3 Sequência e atribuição 27
2.2.4 Estrutura e divisão do reforço 27
2.3 APRENDIZAGEM POR DESCOBERTA E CURRÍCULO EM ESPIRAL 28
2.3.1 Aprendizagem por descoberta 28
2.3.2 Currículo em espiral 30
2.3.3 Vantagens da aprendizagem em espiral 31
3 FUNDAMENTOS DE FÍSICA 32
3.1 GRAVITAÇÃO 32
3**.1.1 Campo e Potenciais Gravitacionais 32**
3.1.2 Aceleração Gravitacional 34
3.2 ELETROSTÁTICA 35
3.2.1 O campo elétrico e a Lei de Coulomb 35
3**.2.2 Linhas de campo, fluxo e lei de Gauss 37**
3.2.3 Potencial elétrico 39
3.2.4 Condutores 40
3.2.5 Cargas induzidas 41
4 PANDEMIA, UMA NOVA FORMA DE ENSINAR 42
5 PROPOSTA DE APLICAÇÃO DO ENSINO ATIVO BASEADO NAS TEORIAS DE BRUNER 48
5.1 QUEDA LIVRE DE CORPOS E ACELERAÇÃO DA GRAVIDADE 51
5.1.1 Aula sobre Queda Livre de Corpos e aceleração da gravidade 51
5.1.2 Questionário sobre Queda livre dos corpos e aceleração da gravidade .. 54
5.1.3 Experimento didático: Queda livre dos corpos e aceleração da gravidade. 55
5.2 CARGA ELÉTRICA 65

5.2.1 Aula sobre Carga Elétrica 66
5.2.2 Questionário sobre Carga Elétrica e observação da aprendizagem 70
5.2.3 Experimento didático: Eletroscópio de lâminas ou folhas 71
6 CONCLUSÃO 77
7 REFERÊNCIAS 81
APÊNDICE 1 83
APÊNDICE 2 83
APÊNDICE 3 92
APÊNDICE 4 95
ANEXO I 97
ANEXO II 98

1 INTRODUÇÃO

A Educação de Jovens e Adultos (EJA) faz parte do ensino da rede pública no Brasil, com essa modalidade alunos que não concluíram ou não cursaram a escola na idade correta podem dar continuidade ou até mesmo início aos seus estudos, podendo em um tempo menor ao dos colégios convencionais, cursar do ensino fundamental 1 até o ensino médio.

Aos jovens a partir de 15 anos de idade é possível ingressar e cursar o EJA Ensino Fundamental, onde completam a etapa entre o 1º e o 9º ano e geralmente levam 2 anos para a conclusão, e para os jovens e adultos a partir de 18 anos é possível ingressar no EJA Ensino Médio onde completam a educação básica no Brasil com um tempo médio de até 18 meses. Todas as disciplinas aplicadas no EJA estão nas normas da Base Nacional Comum Curricular, órgão responsável por nortear os currículos e propostas pedagógicas de todas as escolas públicas e privadas desde a educação infantil até o ensino médio do Brasil conforme a LDB, Lei nº 9394 de 1996.

Porém atualmente a modalidade vem sofrendo com vários problemas, entre os principais, a falta de verba e a falta de professores capacitados. No segundo caso, muitos desses professores vêm da rede regular de ensino e quando se deparam com turmas que contém alunos de uma grande diferença de idades e de meio social, acabam tendo dificuldades para conduzir suas aulas.

Essas dificuldades se originam também do escasso tempo de aula ministrada o que implica na rápida apresentação do conteúdo, fazendo com que os alunos mal consigam compreender conceitos básicos das disciplinas de Ciências, como a Física, por exemplo.

O ensino de Física tem sido objeto de estudo de vários pesquisadores e professores com o objetivo de refletir sobre melhorias no ensino e na aprendizagem dos alunos, para se tornarem mais motivados e analíticos na construção de conhecimento da Física, como é o caso desse trabalho, que é fruto de uma proposta de trabalho apresentado para o ingresso no programa de Mestrado Profissional no Ensino de Física da Universidade Federal de Catalão, que mais tarde, na disciplina de Teorias de Aprendizagem ministrada pelo professor Mauro Antônio Andreata no 3º semestre do programa, tomou forma com o amadurecimento dos conhecimentos

juntamente com o professor e orientador desse trabalho, e para a contribuição nessa área esta pesquisa busca refletir e apresentar alternativas metodológicas de aulas de Física utilizando das teorias de Bruner, no intuito de contribuir para que os alunos se sintam mais curiosos e motivados. Diante disto, este estudo se pauta pelos seguintes questionamentos: de que formas, alternativas práticas e recursos podem ser aplicados no ensino de Física a fim de contribuir no processo de ensino e aprendizagem dos alunos da modalidade EJA? Se aplicadas, quais as percepções e descobertas que estes alunos terão juntamente com a mediação do professor?

Neste sentido, utilizando a teoria de aprendizagem por descoberta de Jerome Seymor Bruner, que faz com que o aluno tenha uma aprendizagem ativa, ao contrário da aprendizagem tradicional, diminuindo o protagonismo do professor e motivando os alunos a conduzirem seu próprio conhecimento, vamos introduzir conteúdos de Física para 9º ano do ensino fundamental 2, que antes só seriam abordados posteriormente, ou seja, no Ensino Médio.

Acreditamos que esta antecipação ajudará os alunos a chegarem no Ensino Médio com um conhecimento prévio sobre essas matérias, tornando ainda plausível o conceito de currículo em espiral de Jerome Bruner. Além disso, evitará a grande desistência de alunos que, ao se formarem no ensino fundamental e iniciando o Ensino Médio, acabam abandonando os estudos ao se depararem com disciplinas como a Física.

O analfabetismo no Brasil vem caindo de forma muito tímida, e é possível acompanhar estes dados através da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua – PNAD Contínua realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE que de forma mensal, trimestral e anual são apresentados resultados sobre diversas áreas, uma delas é a educação, de onde podemos ver os resultados por exemplo do analfabetismo acima de 15 anos.

Segundo o IBGE através da pesquisa PNAD Contínua de 2019:

> A taxa de analfabetismo das pessoas de 15 anos ou mais no Brasil ficou em 6,6% em 2019, o que corresponde a 11 milhões de pessoas. Mais da metade dos analfabetos (56,2% ou 6,2 milhões) viviam na região Nordeste e 21,7% (2,4 milhões de pessoas) viviam no Sudeste. Em relação a 2018, houve uma redução de 0,2 p.p. na taxa de analfabetismo, correspondendo a aproximadamente 200 mil analfabetos a menos em 2019. (IBGE, 2019).

Visto isso, a Educação de Jovens e Adultos – EJA é uma das principais

ferramentas do governo nesse combate.

Mediante a este programa, adultos que não tiveram acesso à educação na idade certa, ou mesmo pessoas que por diversos motivos tiveram que abandonar os estudos, têm a oportunidade de voltar a estudar e concluir o Ensino Fundamental e Médio. Além disto, quem sabe até mesmo após concluir o programa EJA, podem prosseguir sua formação em um Ensino Superior ou Curso Técnico.

Porém, de alguns anos para cá, esta modalidade vem enfrentando algumas dificuldades, como a diminuição no número de matrículas e das escolas que aderem ao programa. Esses problemas também não são só de agora, ou seja, desde sua implementação, o programa sofre com nos investimentos, causando assim falta de segurança, desprezo aos profissionais da área e péssimas condições físicas dos prédios onde ocorre o programa.

Também é notável a dificuldade dos professores em administrar o conteúdo devido ao curto tempo de programa oferecido pela modalidade. Assim, o tempo de formação dos alunos é menos da metade do tempo do colégio convencional, fazendo com que muitas das dúvidas dos alunos não sejam sanadas, e algumas matérias são apenas apresentadas a eles sem cobrança ou avaliações.

Outro fator existente está ligado com a grande diversidade na faixa etária dos alunos, alguns são idosos, que junto a alunos mais jovens, dividem salas de aulas com trabalhadores rurais e até mesmo presidiários, chegando a ter até 45 anos de diferença entre as idades. Diante deste cenário, em uma sala com diferença etária entre um idoso e um jovem não há como manter um ritmo constante.

No ensino fundamental convencional da rede pública, os alunos já se deparam muitas vezes com uma educação ineficiente e, por isso, as dificuldades no aprendizado são grandes quando vão para o nível médio. Em um programa de modalidade EJA, esta dificuldade é muito maior, e isto acaba sendo mascarado devido a continuidade de seus estudos no Ensino Médio serem também em um programa EJA.

Sendo assim, este problema ainda pode acompanhar o estudante conforme busque dar continuidade aos seus estudos, ingressando em um curso de nível superior ou prestando alguma prova de concurso. Entretanto, não só estes fatos são um grande problema para os estudantes, mas também a falta de interesse nas disciplinas de exatas relatadas pelos próprios alunos.

Muitos deles, que estão no ensino fundamental na modalidade EJA, não conseguem compreender o porquê de estudar matérias como Ciências, e vivem a se perguntar como e em que se aplicariam esses conhecimentos no seu dia a dia. Desta maneira, estes alunos criam um sentimento prévio de medo pelas disciplinas de Química e Física que cursarão no 9º ano e no Ensino Médio.

Diante dessa problemática que atinge a modalidade EJA, em especial na região do interior de Goiás onde foram feitas nossas observações, e devido ao tempo que o próprio programa proporciona na formação dos seus alunos, os professores da disciplina de Ciências que ministram aulas do 6º ao 9º ano precisam na maior parte das aulas escolher quais os tópicos que eles consideram mais importante para serem trabalhados com seus alunos.

Essa situação é condizente com a realidade de professores da disciplina referida acima, que ministra aulas do 6º ao 9º na modalidade EJA de colégios do interior de Goiás. Com o trabalho de campo junto com estágios já realizados por alunos de graduação em licenciaturas foi possível observar que o planejamento das aulas é definido com o apoio de um livro chamado “Manual do Educador”, disponibilizado pelo o MEC. Porém, este livro é muito resumido e pobre em conteúdo, fazendo com que o professor busque outras alternativas, como inserir conteúdos extras, com a finalidade de enriquecer o ensino de Ciências.

Desta maneira, a proposta deste trabalho é inserir conteúdos de Física usando a teoria de aprendizagem por descoberta de Bruner em conjunto com as de Ciências já propostos pelo “Manual do Educador”. Esta proposta tem como finalidade deixar as aulas mais ricas em conteúdo e trabalhar a interdisciplinaridade buscando sempre aguçar a curiosidade dos alunos e amenizar o impacto que a disciplina de Física causa nos alunos quando entram no Ensino Médio. Portanto, aplicando as teorias de Jerome Bruner estaremos buscando esse aumento da curiosidade, trabalhando a aprendizagem por descoberta e formando um currículo em espiral com esses alunos, já que o conteúdo apresentado trará conceitos básicos para quando eles atingirem o Ensino Médio.

Por fim, dificuldades como as apresentadas acontecem em vários colégios da mesma modalidade no interior de Goiás e isto dificulta o trabalho dos professores e atrapalha os alunos que realmente correm atrás do tempo perdido em relação aos seus estudos que por algum motivo não conseguiram cursar na idade prevista. Além

disso as disciplinas de Física e Química do Ensino Médio são consideradas pela maioria dos alunos como as mais difíceis e as mais chatas de se estudar. Grande parte destes pensamentos vêm de alunos do 1º ano do Ensino Médio, os quais não estão familiarizados totalmente com estas disciplinas, ou seja, não tiveram uma base ou mesmo alguns conhecimentos prévios sobre essas disciplinas.

2 FUNDAMENTAÇÃO EDUCACIONAL

2.1 BRUNER: BIOGRAFIA E OBRA

Jerome Seymour Bruner nasceu em 1º de outubro de 1915, em Nova York e era o filho caçula de três filhos de Herman e Rose Gluckman Bruner – ambos judeus e imigrantes poloneses. Sempre frequentou escolas públicas, terminou o colegial em 1933, e logo entrou para a Universidade de Duke, na Carolina do Norte, nos EUA, se formando em psicologia. Posteriormente, Bruner continuou seus estudos de pós-graduação na Universidade de Harvard, onde obteve seu mestrado em 1939 e seu doutorado em psicologia em 1941.

Durante a Segunda Guerra Mundial, serviu no Exército dos Estados Unidos na Divisão de Psicologia de Guerra do Quartel General da Força Aliada na França, sob o comando do General Eisenhower. Seu trabalho consistiu em ações de inteligência. Depois da guerra, retornou à Universidade de Harvard permanecendo entre os anos de 1945 a 1972 como pesquisador e professor. Bruner publicou estudos sobre percepção e necessidades, afirmando que valores e necessidades determinam a percepção humana.

Em 1960, Bruner co-fundou o Centro Interdisciplinar de Estudos Cognitivos da Universidade de Harvard, tendo George Miller como co-diretor. Após isto, em 1965, foi eleito presidente da APA (Associação Americana de Psicologia) e em 1972 deixou a Universidade de Harvard para assumir uma posição na Universidade de Oxford.

No início dos anos 90, precisamente em 1991, Bruner mudou-se para a faculdade de direito da Universidade de Nova York (NYU) com o intuito de explorar um interesse pessoal, que era entender como a lei define o que é um comportamento “apropriado”. Bruner morreu aos 100 anos de idade, em 6 de junho de 2016, em Nova York.

Ao liderar uma revolução na psicologia, chamada de Revolução Cognitiva na década de 1960, Bruner demonstrou o papel da aprendizagem através de interações interpessoais, da exploração da informação e do significado ou do conhecimento escasso que é produzido. O Centro de Estudos Cognitivos contou com a participação de alguns dos principais pensadores da psicologia, filosofia, antropologia, educação, língua e outras ciências, que contribuíram para o estudo

sobre cognição, como Chomsky, Luria, Piaget, Wiener, entre outros. Skinner, que era um de seus grandes amigos, desenvolveu o condicionamento operante, sendo ambos professores da mesma universidade. Bruner, ao falar sobre o que mais desejava, disse que estava descobrindo um princípio de ordem superior baseado no fato de que o pensamento humano liga as capacidades de linguística e cultura ao invés de se contentar com uma resposta comum aos estímulos.

2.2 BRUNER E SUA TEORIA DE APRENDIZAGEM

Mesmo Bruner sendo um psicólogo e grande parte das suas obras serem sobre o estudo da psicologia, ele se destacou muito na área da educação graças à sua participação no movimento de reforma curricular, ocorrido nos EUA na década de 60.

Em seu livro Uma Nova Teoria de Aprendizagem (1973), Bruner aborda uma série de regras que organizam uma melhor forma de alcançar o conhecimento e nos diz que a teoria é conduzida de forma normativa, pois requer o auxílio de certos critérios e deve também apresentar abrangência nos diferentes currículos de ensino.

Bruner questiona sobre a necessidade de uma teoria de aprendizagem, pois a área da psicologia mostra várias teorias referentes ao ensino e aprendizagem, entretanto essas teorias são mais descritivas do que prescritivas. Deve-se focar em otimizar a aprendizagem e a transferência de informações, sempre estabelecendo regras para melhor obter conhecimentos e técnicas. Desta maneira, “é possível ensinar qualquer assunto, de uma maneira honesta, a qualquer criança em qualquer estágio de desenvolvimento” (BRUNER *apud* MOREIRA, 1999). As teorias expõem as sucessões de um acontecimento, conforme abordado abaixo:

> A maioria das crianças de seis anos não possui ainda a noção de reversibilidade. Uma teoria de aprendizagem, por seu lado, deveria esforçar-se para oferecer a melhor maneira de dar às crianças aquela noção. Preocupa-se, em resumo, em como algo a ensinar pode ser mais bem aprendido, isto é, em melhorar e não em descrever o ensino (BRUNER, 1973, p. 48).

Deste modo, Bruner ressalta que esta análise não diminui a importância das teorias psicológicas que exploram sobre aprendizagem e desenvolvimento para as teorias de ensino. Porém, o autor considera também necessário falar não só sobre a

aprendizagem, mas também sobre o desenvolvimento.

De acordo com Bruner, são essas as quatro características importantes de uma teoria do ensino:

> 1° - Uma teoria de ensino deve apontar as experiências mais efetivas para implantar em um indivíduo a predisposição para a aprendizagem – aprendizagem em geral, ou qualquer caso dela. Exemplificando, como as relações com o meio influenciam na vontade de aprender das crianças? 2° - Deve especificar como deve ser estruturado um conjunto de conhecimentos, para melhor ser aprendido pelo estudante. 3° - Uma teoria de ensino deverá citar qual a sequência mais eficiente para aprender as matérias a serem estudadas. 4° - Uma teoria da instrução deve deter-se na natureza e na aplicação dos prêmios e punições, no processo de aprendizagem e ensino (BRUNER apud SILVA; GOMES, 2017, p. 18).

2.2.1 Fatores colaborativos na aprendizagem

Diversos diálogos sobre as predisposições que incitam o desejo de saber acontecem o tempo todo, são questões culturais, motivacionais e pessoais assim como as diferentes características que influenciam na atividade intelectual, tais como a idade e a classe social. Contudo, uma teoria de aprendizagem deve sempre buscar a melhor maneira de alcançar os objetivos de ensino.

Bruner nos mostra três aspectos referentes ao controle de comportamento da pesquisa, que são eles: ativação, manutenção e direção. O autor diz que a exploração de alternativas deve ter um início, algo que a mantenha em ação e evite que se perca ou seja caótica. Quando começa a exploração, é preciso que as etapas propostas consigam superar os riscos envolvidos, já que aprender com o auxílio de um instrutor deve implicar menos perigo ou sacrifício que fazê-lo por conta própria.

> Para dar direção à exploração, em resumo, o objetivo da tarefa precisa ser conhecido, com alguma aproximação, e a verificação das alternativas deverá sempre informar a posição com referência ao referido objetivo. Mas resumidamente ainda, a direção se apoia no conhecimento dos resultados das experiências de alguém, e a instrução deve mostrar-se superior à aprendizagem “espontânea”, ao garantir em maior grau tal conhecimento. (BRUNER,1973, p. 51).

2.2.2 Formação do conhecimento

Como dito anteriormente, Bruner acreditava que qualquer conteúdo poderia

ser apresentado a qualquer estudante, desde que fosse apresentado de forma honesta. Desta forma, ele menciona três variáveis que expressam as formas de domínio de conhecimento, sendo que todas elas são ligadas à forma de representação. Temos então a primeira representação que é a ativa: nesse estágio das respostas motoras, neste estágio o indivíduo aprende basicamente com a manipulação de objetos e representa na forma de ação real, ou seja, precisa de um certo conjunto de ações apropriadas para se chegar a um determinado resultado.

A segunda representação é a icônica: esse estágio é o da percepção do ambiente e da formação de modelos, praticamente baseia-se na organização visual, ou seja, na organização e percepção de imagens e o indivíduo representa por forma de imagens ou até gráficos representando conceitos, más sem defini-los completamente.

Por fim temos a terceira representação, chamada de simbólica: essa finalmente é a forma mais complexa de representação da realidade, tendo em vista que o indivíduo começa a ser capaz de representar a realidade através de uma linguagem simbólica, de caráter abstrato e sem uma dependência direta da realidade, passa a ser capaz de ordenar e organizar as imagens com historicidade. Ao entrar nesta etapa, o sujeito começa a adquirir a capacidade de manejar os símbolos em ordem, além de fazer a sua leitura da realidade, também consegue transformá-la e ordená-la organizando as imagens com historicidade.

Assim, estas três variáveis contêm diversas apresentações que mudam conforme a idade dos alunos e seus currículos:

> Pode-se, para maior conveniência, tornar concreta a distinção entre eles empregando uma balança de travessão, [..] Crianças muito novas podem naturalmente agir como base nos “princípios” da balança estabelecendo comparação com sua aptidão para brincar nas gangorras: sabem que para abaixar seu lado, tudo o que têm a fazer é deslocar-se para fora do centro. Os mais velhos podem representar a balança, para si mesmo, seja por um modelo “imagens” das balanças podem ser requisitadas, com mais e mais detalhes irrelevantes, como nos diagramas típicos dos livros de iniciação à física. Temos finalmente que uma balança poderá ser descrita em linguagem concreta, sem o auxílio de diagramas, ou, melhor ainda, matematicamente, com base na lei dos momentos de Newton. [...] (BRUNER, 1973, p. 52).

Ao falar de economia de um domínio de conhecimento estamos contando a quantidade de informação a ser conservada na mente e processada a fim de se

compreender. Logo, quanto maior o número de dados a ser armazenado, menor será a economia:

> É mais econômico resumir a guerra civil americana como ‘luta contra a escravidão’ do que como ‘uma luta entre uma regra industrial em expansão e outra baseada em sociedade de classes, pelo controle da política econômica federal’ [...]. (BRUNER, 1973, p. 53).

E quando falamos de potência efetiva de um domínio de conhecimento, estamos contando o valor criativo e seu conjunto de preposições aprendidas, ou seja, estamos julgando a habilidade do aluno em relacionar assuntos distintos.

2.2.3 Sequência e atribuição

A apresentação passo a passo de um determinado conteúdo facilita a capacidade de compreensão do mesmo, otimizando assim a forma de transferir e absorver o assunto:

> Há sequências diferentes que se mostram de facilidade ou dificuldade equivalentes para os alunos, e não há uma sequência única para todos, dependendo do índice ótimo em um caso particular de todo um conjunto de fatores, como o cabedal de informações, o estágio de desenvolvimento, a natureza da matéria e as diferenças individuais (BRUNER, 1973, p. 56).

A sequência é importante, pois tem forte influência na exploração de alternativas, já que tem papel fundamental na decisão ao incentivar o aluno a se concentrar em determinada hipótese na exploração.

> As sequências convenientes [...] não podem ser determinadas sem ter em conta o critério final de julgamento do ensino. Uma classificação desses critérios deveria incluir, ao menos, a velocidade de aprendizagem, a resistência ao esquecimento, a transferência a outras instâncias do assunto aprendido e a forma da representação sob a qual deverá ser o mesmo expressado; sua economia [...] e eficácia [...]. Atingir qualquer dos objetivos acima não faz, obrigatoriamente, os demais mais próximos; a velocidade de aprendizagem é muitas vezes antitética do poder da transferência ou da economia (BRUNER, 1973, p. 57).

2.2.4 Estrutura e divisão do reforço

Ter o conhecimento dos resultados de tudo o que foi trabalhado nos ajuda a

ter uma posição perante ao aluno, para que ele receba ou não as medidas corretivas para que o mesmo possa ter um resultado satisfatório no processo de aprendizagem.

> O conhecimento dos resultados deverá ser dado a alguém no momento exato de uma resolução de problemas, quando está comparando os resultados de sua tentativa com o critério que ele procura satisfazer. Se dado antes, não será atendido ou será apenas uma carga adicional na memória imediata. Se dado depois, poderá ser tarde demais para orientar na escolha de nova hipótese ou tentativa. Mas, para ser útil, não deverá o conhecimento dos resultados limitar-se a informar se determinada ação de uma pessoa foi bem-sucedida ou não, mas também dizer se tal ação está ou não a conduzindo através de uma hierarquia de metas a atingir [...] (BRUNER, 1973, p. 57).

Assim temos como objetivo fazer com que o aluno se torne autossuficiente, deixando claro que o trabalho do professor é dar as ferramentas para que o aluno tenha independência, fazendo com que ele possua domínio e que não dependa constantemente da presença do professor.

2.3 APRENDIZAGEM POR DESCOBERTA E CURRÍCULO EM ESPIRAL

2.3.1 Aprendizagem por descoberta

Bruner, em 1960, desenvolveu uma teoria de aprendizagem conhecida como aprendizagem por descoberta, na qual aplicada quando, tem como sua principal característica promover o aluno a adquirir o conhecimento sozinho. Os conhecimentos passados pelo professor não devem ser apresentados em sua forma final, ou com princípios e fins muito claros, mas sim descoberto pelos alunos, com o professor fornecendo os materiais e meios adequados para estimular seus alunos e utilizando de estratégias como a observação e a comparação para ter certeza de que o processo não está se desviando ou se perdendo.

A forma com que o professor fornece os meios e o material aos seus alunos é chamada por Bruner de “andaimes”, de maneira que os alunos vão se estimulando e conseguindo avançar nos problemas propostos, o professor por sua vez adiciona novos conteúdos e alternativas de forma a incentivar uma nova abordagem, mais complexa e criativa por parte dos alunos, assim a exploração dos alunos passa a ser

orientada pela curiosidade de explorar essas alternativas.

A aprendizagem por descoberta também dá aos alunos uma oportunidade de conduzirem suas próprias pesquisas e de construírem suas próprias habilidades de observar os problemas de todos os ângulos, de modo que os alunos se sentem encorajados a assumir o controle e examinar as questões dadas de múltiplos ângulos para encontrar a melhor resolução, eles se tornam participantes ativos e aprimoram o pensamento lateral, que é um ponto de vista diferente do comum, e raciocínio criativo de forma autônoma aumentando sua compreensão e retenção de conhecimento.

A aprendizagem por descoberta tem como seus principais idealizadores, além do psicólogo Jerome Bruner, o psicólogo Jean Piaget e o matemático Seymour Papert. Todos destacam as principais vantagens deste tipo de aprendizagem, dentre elas se destacam a superação das limitações que a aprendizagem tradicional possui, já que os alunos começam a pensar por si mesmos em soluções que eles tendem a confirmar de forma sistemática, fortalecendo assim sua autoestima e segurança.

Um ótimo exemplo aplicável aos alunos, sejam eles de qualquer turma ou idade, são as aulas com atividades práticas e experimentais, nesta atividade os professores podem, com mais liberdade, inserir a aprendizagem por descoberta. Após a explicação teórica o professor pode pedir para que seus alunos comprovem a teoria, na prática, usando atividades experimentais sugeridas por ele, e a medida que os alunos vão conhecendo os equipamentos e ativando suas curiosidades o professor pode seguir monitorando e dando direção evitando que a aprendizagem se perca ou se torne caótica. É muito importante para o professor que pretende aplicar essa teoria faça anotações e relatórios de suas atividades, assim se torna possível auditar e chegar a conclusão do que está funcionando e também da eficácia e evolução da aplicação da teoria. O professor irá notar uma evolução nos seus alunos, eles agora serão capazes de ir além da explicação do conteúdo apresentado e começarão a desenvolver o conteúdo sozinhos já que, segundo a teoria, eles aprenderam a aprender.

2.3.2 Currículo em espiral

É dada a cada escola e instituição de ensino a liberdade de escolher e implementar as metodologias e estratégias pedagógicas de ensino que irão seguir e utilizar para aplicar os conteúdos e competências aos seus alunos. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é responsável por definir um conjunto de assuntos e competências que devem ser trabalhados em toda a fase escolar básica, mas não as determina para cada instituição de ensino, deixando assim, como dito antes, a escolha para essas instituições.

Várias metodologias de ensino são propostas por diversas instituições, entre elas está o currículo em espiral de Jerome Seymour Bruner. Em sua proposta, os professores devem criar condições para que os alunos, ao explorarem as situações e tentarem resolver os problemas, descubram o conteúdo essencial que vai ser aprendido e incorporem significativamente esse conhecimento em sua estrutura cognitiva.

Bruner defendeu o chamado currículo em espiral, cujo método de ensino consiste na apresentação de conceitos básicos que são ensinados em um primeiro momento e depois são revistos em diferentes anos sempre aumentando seu nível de complexidade, profundidade e modos de representação. Ou seja, as crianças primeiro aprendem o básico sobre um determinado assunto e depois passam a rever esse mesmo conteúdo e incorporar outros conhecimentos mais complexos sobre o mesmo fenômeno, como em uma espiral.

Figura 1 . Esquema do Currículo em Espiral

Fonte: https://www.psicologiaexplica.com.br/jerome-bruner/

Na educação, por exemplo, o currículo em espiral é mais facilmente visto em matemática, pois a maioria de seus tópicos são construídos uns com os outros e com complexidade crescente. Na primeira série e no início da segunda série, os alunos aprendem fatos simples como adição e subtração, onde os mesmos memorizam esses fatos para que não precisem mais contar com os dedos ou usar retas numéricas. A partir disto os professores criam situações um pouco mais avançadas tornando-as mais complexas pela introdução de números de dois dígitos e assim sucessivamente. Assim sendo, os conceitos que incorporam a adição e subtração tornam-se mais complexos à medida que os alunos avançam nas séries. Desse modo, as primeiras habilidades de somar e subtrair no Ensino Fundamental crescem e se transformam em uma espiral com o passar dos anos, para assim serem usadas na álgebra no Ensino Médio e além.

2.3.3 Vantagens da aprendizagem em espiral

O aprendizado em espiral traz vários benefícios e um dos principais é a programação espiralada que é uma metodologia ativa de aprendizagem que permite a participação do estudante durante todo o ensino, despertando assim a sua curiosidade, estimulando assim tanto a criança quanto o jovem/adolescente a explorar diferentes alternativas. Além disso, possibilita apresentar um tema com mais profundidade, pois esse método inclui um tempo de maturação, permitindo que a fixação dos conteúdos seja naturalmente maior. Desse modo, os alunos podem ampliar seus conhecimentos de forma mais profunda e completa.

Além de favorecer o aumento do desempenho escolar do aluno, essa estratégia pedagógica também contribui para que os estudantes criem o hábito de estudar, já que são incentivados a identificar problemas, elaborar perguntas, formular explicações e construir novos significados.

3 FUNDAMENTOS DE FÍSICA

3.1 GRAVITAÇÃO

A nossa intensão neste capítulo é falar especificamente sobre gravitação e tentar oferecer esclarecimentos, tanto quanto nos for possível, do seu significado, porém, em linhas mais adiante, ofereceremos ao leitor uma explicação descritiva, usando o rigor matemático que é característico e esperado em uma abordagem Física. Estudando o movimento da Lua, Newton chegou a conclusão de que a força que faz com que ela esteja constantemente em órbita é do mesmo tipo que a força que a Terra exerce sobre um corpo em suas proximidades. Assim ele criou a Lei da Gravitação Universal definindo que dois corpos, (m_1 e m_2), se atraem com força diretamente proporcional às suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre os seus centros de gravidade, (r), conforme a seguinte equação:

$$F = \frac{Gm_1 m_2}{r^2} \tag{3}$$

Onde

$$G \cong 6{,}67 \times 10^{-11} \frac{n\,.\,m^2}{kg^2}$$

Essa lei é somente para corpos é utilizada para corpos de massas consideráveis, já que p$\iiint$ para corpos ou partículas com dimensões desprezíveis utilizamos a formulação de acordo com SYMON (1988).

$$F_{1\to 2} = \frac{Gm_1 m_2}{|r_1 - r_2|^3}(r_1 - r_2) \tag{3.1}$$

3.1.1 Campo e Potenciais Gravitacionais

Segundo SYMON (1982) ao tratarmos da força gravitacional F_m que é exercida sobre uma partícula de massa m no ponto r , devido a uma outra partícula m_i no ponto r_i, seria um vetor soma das forças devido a todas as outras

partículas agindo separadamente, assim teríamos:

$$F_m = \sum_i \frac{m m_1 G(r_1 - r)}{|r_1 - r_2|^3} \tag{3.2}$$

Porém também segundo o autor, caso tenhamos uma massa distribuída continuamente no espaço, no lugar de massas puntiformes m_i, cuja densidade é de $\rho(r)$, a força que atua sofre a massa puntiforme m_i localizada em r , é

$$F_m = \iiint \frac{mG(r' - r)\rho(r')}{|r' - r_2|^3} dV' \tag{3.3}$$

Assim como já dito antes a força, F_m, é diretamente proporcional a massa m_i, o autor define o campo gravitacional $g(r)$, no ponto r do espaço, como sendo a força por unidade de massa, conforme abaixo:

$$g(r) = \frac{F_m}{m} \tag{3.4}$$

E assim o autor escreve as fórmulas de $g(r)$ para as massas puntiformes e continuamente distribuídas, conforme respectivamente abaixo:

$$g(r) = \sum_i \frac{m_1 G(r_1 - r)}{|r_1 - r_2|^3} \tag{3.5}$$

$$g(r) = \iiint \frac{G(r' - r)\rho(r')}{|r' - r_2|^3} dV'$$

Já a energia potencial para uma partícula com massa m no ponto r devido ao sistema de partículas m_i será:

$$V_m(r) = \sum_i \frac{-Gmm_1}{|r_1 - r_2|} \tag{3.6}$$

Segundo SYMON (1982) define-se como potencial gravitacional $\delta(r)$ no ponto r como sendo a energia potencial V_m por unidade de mas (3.7) uma partícula no ponto r com o sinal negativo.

$$\delta(r) = -\frac{V_r(r)}{m}$$

E para um sistema de partículas o autor nos mostra:

$$\delta(r) = \sum_i \frac{m_i G}{|r - r_i|}$$

Mas caso $\rho(r)$ represente uma distribuição de massa contínua, o potencial gravitacional segundo o autor será de:

$$\delta(r) = \iiint \frac{G\rho(r')}{|r - r'|} dV' \qquad (3.8)$$

Segundo o autor é mais fácil trabalhar com o potencial $\delta(r)$ do que com o campo $\delta(r)$, já que o potencial gravitacional é função do ponto. Nos diz também que podemos facilmente calcular g, quando δ é conhecido a partir de

$$g = \nabla\delta \qquad (3.9)$$

3.1.2 Aceleração Gravitacional

Para a aceleração gravitacional a_g, segundo HALLIDAY (2014) de uma partícula (de massa *m*) se deve apenas à força gravitacional que age sobre a partícula, conforme a segunda lei de Newton.

que obtemos,

$$F = ma_g \qquad (3.10)$$

$$a_g = \frac{GM}{r^2}$$

Em nossos experimentos e em aulas dadas para o 9º ano do ensino fundamental, nos dedicamos a uma abordagem pontual e para um movimento particular, que foi a queda livre para a obtenção da aceleração da gravidade como forma de uma aprendizagem mais ativa, para isso utilizamos apenas o cálculo final para o movimento de queda livre segundo HALLIDAY (2014).

$$g = \frac{2H}{t^2} \qquad (3.11)$$

3.2 ELETROSTÁTICA

3.2.1 O campo elétrico e a Lei de Coulomb

Em seu livro sobre eletrodinâmica o autor GRIFFITHS (2011) nos diz que a força incidente em uma carga de prova Q devida a uma única carga pontual q que está em repouso a uma distância r é dada pela Lei de Coulomb:

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{qQ}{\mathrm{r}^2}\hat{r}. \qquad (3.12)$$

A constante ϵ_0 é chamada de permissividade do espaço livre.

$$\epsilon_0 = 8{,}85\mathrm{x}10^{-12}\frac{\mathrm{C}^2}{\mathrm{N.m}^2}. \qquad (3.13)$$

E suas unidades de medida no SI, são dadas, com força em newtons (N), distância em metros (m) e carga em coulombs (C).

Notamos que a força é proporcional ao produto das cargas e é inversamente proporcional ao quadrado da distância de separação. Como sempre, r é o vetor separação entre r'(a localização de q) e r (a localização de Q):

$$\mathrm{r} = r - r' \qquad (3.14)$$

r é a sua magnitude e $\hat{\mathrm{r}}$ é a sua direção.

Segundo o autor lei de Coulomb e o princípio da superposição são os ingredientes físicos da eletrostática, exceto por algumas propriedades especiais da matéria, é a elaboração matemática dessas regras fundamentais.

Em uma abordagem do campo elétrico o autor explica que se tivermos várias cargas pontuais $q_1, q_2, \ldots, q_n$, as distâncias $r_1, r_2, \ldots, r_n$ de Q, a força total sobre Q será, evidentemente

$$F = F_1 + F_2 + \cdots = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\left(\frac{q_1 Q}{r_1^2}\hat{r}_1 + \frac{q_2 Q}{r_2^2}\hat{r}_2 + \cdots\right) \qquad (3.15)$$
$$= \frac{Q}{4\pi\epsilon_0}\left(\frac{q_1\hat{r}_1}{r_1^2} + \frac{q_2\hat{r}_2}{r_2^2} + \frac{q_3\hat{r}_3}{r_3^2} + \cdots\right),$$

ou

$$\boxed{\mathrm{F} = Q\mathrm{E}}$$

onde

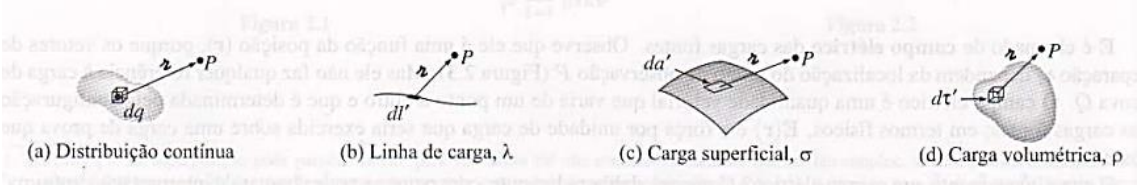
$$\mathrm{E}(r) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\sum_{i=1}^{n}\frac{q_i}{r_1^2}\hat{r}_i. \qquad (3.16)$$

E é chamado de campo elétrico das cargas fontes. Mas ele não faz qualquer referência à carga de prova Q, em termos físicos, $\mathrm{E}(r)$ é a força por unidade de carga que seria excedida sobre uma carga de prova que fosse colocada em P.

Nos diz também que para distribuições contínuas de carga, o campo elétrico como ele define, assume que a fonte do campo é uma série de cargas pontuais discretas q_i. Se, em vez disso, a carga for distribuída continuamente sobre uma determinada região, a soma torna-se uma integral:

$$\mathrm{E}(r) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\int \frac{1}{r^2}\hat{r}\,dq. \qquad (3.17)$$

quando a carga se espalha ao longo de uma linha, com carga-por-unidade-de-comprimento λ, então $dq = \lambda\, dl'$ (onde dl' é um elemento de comprimento ao longo da linha). Se a carga for espalhada sobre uma superfície com carga-por-unidade-de-área σ, então $dq = \sigma\, da'$ (onde da' é um elemento de área de superfície), conforme a imagem a seguir:



(a) Distribuição contínua (b) Linha de carga, λ (c) Carga superficial, σ (d) Carga volumétrica, ρ

Imagem x: Demonstração para distribuição continua, linha de carga, carga superficial e volumétrica

E, se a carga preencher um volume, com carga-por-unidade-de-volume ρ,

então $dq = \rho\, dT'$ (onde dT'é um elemento de volume):

$$dq \rightarrow \lambda\, dl' \sim \rho\, dT'. \qquad (3.18)$$

Então, o campo elétrico de uma distribuição linear de carga é

$$\mathrm{E}(r) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\int_P \frac{\lambda(\mathrm{r}')}{r^2}\hat{r}dl'; \qquad (3.19)$$

o de uma distribuição superficial de carga é

$$\mathrm{E}(r) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\int_S \frac{\sigma(\mathrm{r}')}{r^2}\hat{r}da'; \qquad (3.20)$$

e o de uma distribuição volumétrica de carga é:

$$\boxed{\mathrm{E}(r) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\int_V \frac{\rho(\mathrm{r}')}{r^2}\hat{r}dT'.} \qquad (3.21)$$

A própria equação anterior é frequentemente chamada de 'lei de Coulomb' porque está tão próxima da original e porque a distribuição volumétrica de carga é, em certo sentido, o caso mais geral e realista.

3.2.2 Linhas de campo, fluxo e lei de Gauss

O autor nos faz uma apresentação sobre as linhas de campo, também sobre fluxo e lei de Gauss, e faz isso começando com o divergente e rotacional de **E**. Calculando o divergente de E, ele começa com o caso mais simples possível: uma única carga pontual q, localizada na origem:

$$\mathrm{E}(r) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q}{r^2}\hat{r}. \qquad (3.22)$$

Ele nos força a imaginar o modelo em três dimensões (uma almofada com

alfinetes enfiados em todas as direções), então a densidade das linhas é o número total dividido pela área da esfera ($n/4\pi r^2$), que é proporcional a ($1/r^2$).

Para esse modelo o fluxo **E** através de uma superfície S ele nos apresenta a seguinte equação,

$$\Phi_E \equiv \int_S E.da, \qquad (3.23)$$

No caso de uma carga pontual q, na origem, o fluxo de **E** através de uma esfera de raio r é

$$\oint E.da = \int \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\left(\frac{q}{r^2}\hat{r}\right).(r^2 sen\theta d\theta d\Phi \hat{r}) = \frac{1}{\epsilon_0}q. \qquad (3.24)$$

Observamos que o raio da esfera se cancela, pois enquanto a área da superfície aumenta como r^2, o campo diminui como $1/r^2$, e, portanto, o produto é constante. Em termos das linhas de campo, isso faz sentido, já que o mesmo número de linhas de campo atravessa qualquer esfera centrada na origem, seja qual for seu tamanho. Inclusive, não teria de ser uma esfera.

Imaginando agora que temos uma porção de cargas espalhadas em torno da origem. Segundo o princípio da superposição, o campo total é a soma (vetorial) de todos os campos individuais:

$$E = \sum_{i=1}^{n} E_i. \qquad (3.25)$$

O autor agora nos apresenta uma sequência de equações, começando com a do fluxo através de uma superfície que contém todas elas,

$$\oint E.da = \sum_{i=1}^{n}\left(\oint E_i.da\right) = \sum_{i=1}^{n}\left(\frac{1}{\epsilon_0}q_i\right). \qquad (3.26)$$

Para qualquer superfície fechada, então,

$$\boxed{\oint E.da = \frac{1}{\epsilon_0}Q_{enc'}} \qquad (3.27)$$

onde Q_{enc} é a carga total encerrada pela superfície.

Tal como é, a lei de Gauss é uma equação integral, mas podemos prontamente transformá-la em uma equação diferencial aplicando o teorema do divergente:

$$\oint_S E.da = \int_V (\nabla.E)dT, \tag{3.28}$$

Reescrevendo Q_{enc} em termos de densidade de carga ρ, temos

$$Q_{enc} = \int_V (\rho)dT. \tag{3.29}$$

Portanto a lei de Gauss torna-se

$$\int_V (\nabla.E)dT = \int_V \left(\frac{\rho}{\epsilon_0}\right)dT. \tag{3.30}$$

E como isso é verdadeiro para qualquer volume, os integrandos devem ser iguais:

$$\boxed{\nabla.E = \frac{1}{\epsilon_0}\rho.} \tag{3.31}$$

3.2.3 Potencial elétrico

GRIFFITHS (2011) nos apresenta que o campo elétrico E não é uma função vetorial qualquer, ele é um tipo de função vetorial especial, cujo rotacional é sempre zero. $E = y\hat{x}$, por exemplo, não poderia de forma alguma ser um campo eletrostático, nenhum conjunto de cargas, sejam quais forem seus tamanhos e posições, poderia produzir um campo assim, e como $\nabla \mathrm{x} E = 0$, a integral de linha de E em torno de qualquer caminho fechado é nula (isso decorre do teorema de Stokes). Como $\oint E.dl = 0$, a integral de linha de E do ponto a ao ponto b é a mesma para todos os caminhos. Como a integral de linha é independente do caminho, podemos definir uma função,

$$\boxed{V(r) = -\int_o^r E.dl.} \tag{3.32}$$

O autor diz que $\mathcal{O}$ é algum ponto de referência padrão o qual acordamos previamente; V, então, depende somente do ponto r. Ele é chamado de potencial elétrico.

E nos explica que evidentemente, a diferença entre dois pontos a e b é

$$V(b) - V(a) = -\int_{\mathcal{O}}^{b} E.dl + \int_{\mathcal{O}}^{a} E.dl \qquad (3.33)$$

$$V(b) - V(a) = -\int_{\mathcal{O}}^{b} E.dl - \int_{a}^{\mathcal{O}} E.dl = -\int_{a}^{b} E.dl.$$

Agora, o teorema fundamental para os gradientes diz que

$$V(b) - V(a) = \int_{a}^{b} (\nabla V) dl, \qquad (3.34)$$

então

$$\int_{a}^{b} (\nabla V) dl = -\int_{a}^{b} E.dl. \qquad (3.35)$$

Finalmente, como isso é verdade para quaisquer pontos a e b, os integrandos devem ser iguais;

$$\boxed{E = -\nabla V.} \qquad (3.35)$$

3.2.4 Condutores

Por fim é importante para nós a explicação do autor para os condutores, então GRIFFITHS (2011) diz que um isolante, tal como vidro ou borracha, cada elétron está ligado a um determinado átomo. Já em um condutor metálico, em contrapartida, um ou mais elétrons por átomo ficam livres para percorrer o material.

GRIFFITHS (2011) nos apresenta as seguintes afirmações:

(i) $E = 0$ dentro de um condutor, porque se houvesse algum campo, essas cargas livres iriam se movimentar e ele não seria mais eletrostático

(ii) $\rho = 0$ dentro de um condutor. Isso é decorrência da lei de Gauss: $\nabla . E = \frac{1}{\epsilon_0}\rho$. Se $E = 0$, então ρ também é.

(iii) Qualquer carga líquida fica na superfície. Esse é o único lugar onde ela

pode estar.

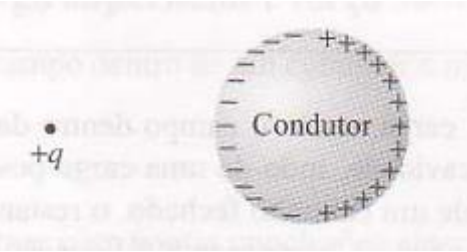
(iv) Um condutor é equipotencial. Pois, se a e b são dois pontos dentro (ou na superfície) de um determinado condutor, $V(b) - V(a) = -\int_a^b E.dl = 0$, e, portanto, $V(a) = V(b)$.

(v) E é perpendicular à superfície imediatamente fora de um condutor. Caso contrário, como em (i), a carga irá imediatamente fluir ao longo da superfície até anular a componente tangencial.

3.2.5 Cargas induzidas

GRIFFITHS (2011) diz que se você mantiver uma carga $+q$ próxima a um condutor não carregado, os dois irão se atrair mutuamente. O motivo para isso é que q irá puxar cargas negativas para o lado mais próximo e repelir as cargas positivas para o lado distante. Como a carga negativa induzida está mais próximo de q, existe uma força líquida de atração.

Campos externos não penetram no condutor; eles são cancelados na superfície externa pela sua carga induzida. Similarmente, o campo devido às cargas internas à cavidade é anulado.



GRIFFITHS (2011) nos diz que para entender e satisfazer a curiosidade sobre uma carga q localizada em algum ponto dentro da esfera e saber qual é o campo fora da mesma basta fazer:

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\left(\frac{q}{r^2}\hat{r}\right) \qquad (3.36)$$

4 PANDEMIA, UMA NOVA FORMA DE ENSINAR

Em 2019, mais precisamente em 31 de dezembro, a OMS, (Organização Mundial da Saúde), foi alertada sobre vários casos de pneumonia na cidade de Wuhan, na China. Logo em janeiro de 2020, a China confirma que identificou um novo tipo de coronavírus, chamado de SARS-CoV-2 e em 11 de fevereiro de 2020 esse novo coronavírus, que não havia sido identificado antes em seres humanos, a OMS começou a adotar oficialmente o nome COVID-19 para a doença que causa síndrome respiratória aguda grave e a classificou como um surto, declarando a situação como de interesse internacional de saúde pública. Já no mês seguinte, mais precisamente em 11 de março, devido a alta taxa de contaminação mundial e os altos números de óbitos devido à doença, a OMS decretou a contaminação por COVID-19 como uma pandemia.

Uma pandemia se caracteriza como a disseminação de uma doença que alcança o mundo todo, e a COVID-19 nesse momento, oito meses após ser classificado como pandemia, já alcançou quase 200 países em todo o mundo. E desde o início da pandemia, diversas medidas foram adotadas para conter o avanço da contaminação por todos esses países, um isolamento social foi adotado, uso de máscaras faciais, e dentre todas essas medidas as escolas e universidades foram fechadas, e por todo mundo o ensino remoto começou a ser adotado, e com isso novas dificuldades e barreiras acabaram surgindo.

> “Com efeito, a suspensão das atividades letivas presenciais, por todo o mundo, gerou a obrigatoriedade dos professores e estudantes migrarem para a realidade online, transferindo e transpondo metodologias e práticas pedagógicas típicas dos territórios físicos de aprendizagem, naquilo que tem sido designado por ensino remoto de emergência.” (MOREIRA; HENRIQUES, BARROS, 2020, p. 352).

O ensino remoto acabou se tornando a melhor opção a ser escolhida, a fim de não parar totalmente com a aprendizagem de seus alunos os professores mergulharam em novas tecnologias digitais e metodologias para tornar essa transição menos estressante e difícil para os alunos. A maioria desses professores não possuíam recursos para atender essa nova demanda ou não estavam capacitados, mas para todos eles essa nova modalidade não veio como uma reinvenção e sim como um avanço na área da educacional, já que em 2019 já existia

cursos online e universidades com a modalidade de Educação a Distância. Essas novas tecnologias digitais se tornaram o único convívio e interação entre os alunos e os professores, por elas são gravadas aulas, aplicados testes e também é possível fazer reuniões entre todos eles ao mesmo tempo.

Sem dúvidas a pandemia acabou trazendo dificuldades e impondo barreiras na educação em todo o mundo, quando falamos desses impactos a educação pública foi a mais afetada. Quando as tecnologias digitais começaram a ser utilizadas os estudantes mais carentes não possuíam meios para acompanharem as aulas, a falta de internet, computadores ou mesmo um celular impediam a continuação dos estudos e mesmo com a disponibilização de computadores nas escolas esses ainda eram em um número muito menor do que a demanda. E voltando nossos olhos para o EJA, (Educação de Jovens e Adultos), temos um cenário assustador, as dificuldades, já citadas no início desse trabalho, se agravaram e fizeram com que os alunos diante das dificuldades acabaram parando, novamente, seus estudos.

Em sala de aula o professor é capaz de identificar alunos que necessitam de uma maior atenção, muitos alunos devido a idade avançada ou mesmo por nunca terem pisado em uma escola antes, sentem as dificuldades de acompanhar as aulas, essa dificuldade somada a um ensino remoto onde eles dependem de tecnologias digitais para continuar os estudos, acabam colocando uma nova barreira.

Neste sentido, alunos que antes estavam começando a compreender matérias sobre língua portuguesa, matemática, física e química, consideradas por professores e alunos como as que mais necessitam de atenção, acabam se vendo obrigados a aprender sobre informática, mídias digitais, internet e editores de texto e além disso muitos não possuíam computadores ou smartphones, nem mesmo uma pessoa para acompanha-los nesse processo.

Assim o nível de abandono e até mesmo a queda de novas matrículas se mostraram maiores, esses alunos não só sofrem com essa dificuldade de continuar os estudos, como muitos acabam deixando os estudos de lado devido a outras dificuldades agravados com a pandemia como a perda de empregos, inflação e a necessidade de sustentar suas famílias.

Todo o nosso trabalho e propostas para a aplicação do produto educacional, devido a pandemia já mencionada, passaram por diversas adaptações e alterações

de cronograma, as aulas antes planejadas para acontecerem presencialmente, devido a suspensão das atividades educacionais, foram aplicadas de forma síncrona e assíncrona, novas tecnologias digitais chamadas de,Tecnologias Digitais da informação e Comunicação – TDIC, foram exploradas de acordo com a necessidade presente no momento. Aulas antes, em sua maioria, dinâmicas e presenciais foram inteiras alteradas e apresentadas em novas datas e com novas metodologias.

O ensino com o qual estávamos acostumados acabou, essa pandemia veio para nos mostrar que é necessário um cuidado maior com a saúde evitando aglomerações. O ensino remoto e a nova modalidade para o qual ele está evoluindo, chamada de híbrida, vieram pra ficar, é necessário uma nova política de capacitação de professores para que eles não se sintam inseguros com essas novas tecnologias a fim de serem capazes de utiliza-las ao máximo beneficiando o ensino em um todo, também é necessário solucionar o problema de falta de aparelhos digitais e capacitação para os alunos, aulas de informática poderiam fazer parte do currículo nesses novos tempos de ensino.

Com o intuito de saber como os professores se saíram com todas essas mudanças, e também já aproveitando pra testar a eficácia de uma dessas ferramentas utilizadas no ensino remoto, uma pesquisa em forma de questionário foi criada por nós, orientador e mestrando, através de um aplicativo do Google, o Google Forms, com esse aplicativo de gerenciamento de pesquisas os usuários podem coletar informações, aplicar questionários e formulários, que serão respondidos pelas pessoas com as quais foram compartilhados.

As informações coletadas e os resultados do questionário serão transmitidos automaticamente para quem o criou, que contará com ferramentas para analisar os resultados. Esse aplicativo está disponível com o endereço: https://docs.google.com/forms/u/0/

A pesquisa em forma de questionário foi enviada a professores que atuam na rede de ensino da cidade de Ipameri-GO, e que lecionam na modalidade de Educação de Jovens e Adultos. Conta com questionário de 6 perguntas, sendo 2 de múltipla escolha e 3 dissertativas, onde os professores comentam brevemente sobre suas experiencias, e leva exclusivamente em consideração a mudança que todos tiveram com a chegada da pandemia.

O questionário continha as seguintes perguntas:

(1) - Muitos professores tiveram que adaptar ou improvisar um local em suas residências para a realização de suas aulas online. Você já dispunha de um escritório de trabalho livre de interferências domésticas?

( ) Sim.

( ) Não.

(2) - Quais as interferências ou interrupções mais frequentes causadas pelo seu ambiente domiciliar?

(3) - Muitos professores se sentiram desconfortáveis ao expor em vídeo aulas, para alunos e colegas de trabalho, sua intimidade doméstica. Como foi expor seu ambiente domiciliar em vídeo aulas, e aulas ao vivo?

(4) - Já conhecia anteriormente ou teve algum contato com as novas ferramentas e plataformas para a realização das aulas no ensino remoto?

( ) Sim.

( ) Não.

(5) - Teve alguma dificuldade em se adaptar a essas novas tecnologias?

(6) - Muitos pais e alunos acreditam que essa nova modalidade de ensino veio pra melhorar, outros acreditam que a melhor forma de ensino é presencial, e que logo tudo estará como antes, o que podemos ver é que tudo está mudado e que novas formas de ensino estão surgindo na tentativa de suprir a necessidade que essa pandemia nos impõe. Para você, como é ser professor na contemporaneidade?

Com esse pequeno questionário conseguimos validar o aplicativo que está auxiliando os professores a darem continuação nas atividades escolares e também entender como eles estão se saindo com essas novas tecnologias.

Nosso questionário foi compartilhado entre os professores e contou com 25 respostas, com as quais podemos ter uma ideia das dificuldades que os mesmos tiveram no inicio da pandemia. As questões de múltipla escolha podem ser visualizadas pelo aplicativo através de gráfico de pizza, assim podemos observar as respostas das questões 1 e 4. Logo podemos ver os resultados a seguir:

Questão 1:

Muitos professores tiveram que adaptar ou improvisar um local em suas residências para a realização de suas aulas online. Você já dispunha de um escritório de trabalho livre de interferências domésticas?

Resposta:

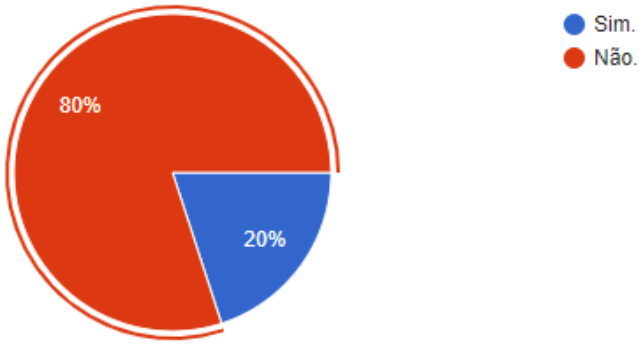


Gráfico 1: Representando as respostas da questão 1.

Questão 2:

Já conhecia anteriormente ou teve algum contato com as novas ferramentas e plataformas para a realização das aulas no ensino remoto?

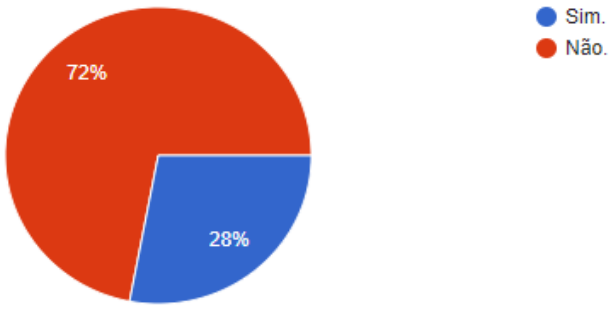


Gráfico 2 - Representando as respostas da questão 4.

Para as questões de respostas dissertativas, o aplicativo nos lista todas as respostas, e não é possível ver nenhum gráfico, mas foi de estrema importância perceber que nas questões 2, 3, 5 e 6, quase todas as respostas foram respondidas

com o mesmo alinhamento, os professores não se sentiram confortáveis em dar aulas estando em seu ambiente doméstico, já que a maioria não dispunha de um escritório e sofreram com grandes interferências durante a apresentação de suas aulas, além disso apenas 2 respostas afirmaram que não tiveram dificuldades com as novas tecnologias. Para a questão 6 o que se notou foi que há um desejo para que tudo volte a ser como era antes da pandemia, todas as respostas se mostraram ressaltando as dificuldades que os professores estão passando com essa nova modalidade de ensino.

Assim é possível notar o quão poderoso é um simples aplicativo, dentre os diversos que estão sendo utilizados hoje em dia, e também conseguimos nos identificar lendo algumas respostas, já que houve uma mudança muito forte e rápida no cotidiano dos professores e na forma com que eles exercem suas funções.

5 PROPOSTA DE APLICAÇÃO DO ENSINO ATIVO BASEADO NAS TEORIAS DE BRUNER

Inicialmente nossa proposta de aplicação de um ensino ativo, baseado na aprendizagem por descoberta e também no currículo em espiral, teorias apresentadas por Bruner, e também já descritas aqui anteriormente, tinha como cronograma três aulas presenciais, onde apresentaríamos a parte teórica e logo em seguida um experimento. Explorando o máximo de interação dos alunos na montagem e execução, onde os alunos seriam questionados sobre aplicações e outras maneiras de apresentar e montar o mesmo, assim ativando o pensamento crítico e a criatividade de todo o grupo. Infelizmente, com a chegada da pandemia da COVID-19 e a suspenção das aulas presenciais tudo o que foi planejado não podia mais ser aplicado presencialmente, tornando assim impossível a aplicação das aulas e experimentos. Em meio a tantos medos e incertezas como poderíamos continuar a aplicar nossa proposta?

> De forma emergencial e com pouco tempo de planejamento e discussão (o que levaria meses em situação normal), professores e gestores escolares, público e privado, da educação básica a superior, tiveram que adaptar in real time (em tempo real) o currículo, atividades, conteúdos e aulas como um todo, que foram projetadas para uma experiência pessoal e presencial (mesmo que semipresencial), e transformá-las em um Ensino Remoto Emergencial totalmente experimental. Fazendo um recorte desse processo, podemos afirmar que nunca a educação foi tão inovadora. Foi a transformação digital mais rápida que se tem notícia num setor inteiro e ao mesmo tempo. (SINEPE/RS, 2020)

Como uma forma de dar continuidade ao nosso trabalho, apresentamos uma outra forma de aplicação da aprendizagem ativa, que visa explorar o máximo que o ensino remoto nos proporciona. Nossas aulas agora foram apresentadas em formato online e anexadas a um site de experimentos, disponível em www.experimentoteca.org, e toda a instrução foi passada por aplicativo de mensageiro e e-mail aos alunos pelo professor da turma. A escolha de usar um site vem através de uma junção de todas as tecnologias que estão sendo utilizadas pelos professores para dar continuidade as aulas em tempos de pandemia. Desse modo, o aluno tem todo acesso aos nossos experimentos, aulas, tutoriais e questionários durante 24 horas por dia, conciliando assim com seu horário de

trabalho e com suas responsabilidades diárias, organizando o seu melhor horário para assistir e interagir com os professores e colegas, e também é possível avaliar suas interações através de ferramentas disponíveis pela plataforma que são todas registradas pelo site.

Assim propomos o desenvolvimento de uma aprendizagem ativa através da aplicação de 2 aulas contendo 2 experimentos: a primeira aula e experimento sobre a aceleração da gravidade e a segunda sobre carga elétrica. Como a turma de 9º ano do ensino fundamental na modalidade E.J.A já conta com um professor de física, e de modo a se adequar a forma como ele já está trabalhando com os alunos e com todas as disposições que ele propôs a ajudar para que essa proposta fosse aplicada, as instruções para que os alunos acessassem o site e trabalhassem as propostas foram passadas através de Whatsapp e e-mail. Assim conseguimos dar início a nosso projeto.

As instruções para a aula 1, sobre a aceleração da gravidade, foram passadas na segunda-feira com prazo até a sexta-feira da mesma semana para conclusão, e na próxima semana, da mesma forma, para a aula 2, sobre carga elétrica. Como mostra o cronograma das aulas:

Tabela 1- Resumo das aulas

Atividades	Momentos	Tempo
Aula 1: Queda livre e aceleração da gravidade. O professor solicita aos alunos que acessem o site www.experimentoteca.org e clique no link sobre a respectiva aula. Logo após, propõe aos alunos que assistam a aula sobre o tema no link 1, e logo depois responda aos exercícios no link 2, assim	Em casa, devido a pandemia da COVID-19 as aulas estão acontecendo de forma remota, assim toda a interação entre os professores e alunos estão acontecendo através de tecnologias digitais. No nosso caso, aplicativo mensageiro, e-mail e site.	Como se trata de uma turma de modalidade E.J.A em modo de ensino remoto, o tempo necessário para cumprimento da proposta para aula 1 é de 5 dias corridos, iniciando em uma segunda-feira e se encerrando na sexta-feira

podendo finalizar executando o experimento do link 3. É instruído aos alunos que usem o link 4: para tirar dúvidas sobre qualquer conteúdo ou proposta existente no site.		
Aula 2: Carga Elétrica. O professor solicita aos alunos que acessem o site www.experimentoteca.org e cliquem no link sobre a respectiva aula. Logo após, propõe aos alunos que assistam a aula sobre o tema no link 1, e logo depois respondam aos exercícios no link 2, assim podem finalizar executando o experimento do link 3. É instruído aos alunos que usem o link 4: para tirar dúvidas sobre qualquer conteúdo ou proposta existente no site.	Em casa, devido a pandemia da COVID-19 as aulas estão acontecendo de forma remota, assim toda a interação entre os professores e alunos estão acontecendo através de tecnologias digitais. No nosso caso, aplicativo mensageiro, e-mail e site.	Como se trata de uma turma de modalidade E.J.A em modo de ensino remoto, o tempo necessário para cumprimento da proposta para aula 1 é de 5 dias corridos, iniciando em uma segunda-feira e se encerrando na sexta-feira

Fonte: elaborado pelos autores.

5.1 QUEDA LIVRE DE CORPOS E ACELERAÇÃO DA GRAVIDADE

Através do aplicativo digital Whatsapp e do e-mail foi enviado para o aluno que acesse o site www.experimentoteca.org e acesse a Aula 1: Queda livre dos corpos e aceleração da gravidade.

Após acessar o link da aula 1 o aluno deverá seguir a sequência de links propostos;

- Link 1: Ao clicar no link 1 uma nova janela se abrirá no site www.youtube.com.br contendo uma aula gravada sobre Queda Livre de Corpos.
- Link 2: Um download se iniciará contendo o arquivo QuedaLivre.pdf, contendo a aula teórica sobre Queda Livre de Corpos e aceleração da gravidade em formato de pdf.
- Link 3: Uma nova página se abrirá contendo um questionário na plataforma Google Forms, que deverá ser respondida pelos alunos como a 1º forma de aprendizagem sobre o tema.
- Link 4: Um download se iniciará contendo o arquivo experimentoaula1.pdf, contendo as instruções para a execução de um experimento como forma de fixação e esclarecimento sobre o tema da aula em formato de pdf.
- Link 5: Uma nova página se abrirá contendo um questionário na plataforma Google Forms, que deverá ser respondida pelos alunos sobre o experimento realizado como a 2º forma de aprendizagem sobre o tema.

5.1.1 Aula sobre Queda Livre de Corpos e aceleração da gravidade

Quando paramos para pensar em aceleração, sempre nos vem à cabeça a ideia de queda de objetos, seja uma pena, uma maçã ou 1 kg de chumbo, sendo abandonado de alguma altura determinada.

De início se pensavam que objetos mais pesados caíam mais rapidamente que objetos leves, com velocidades que condiziam com seus pesos.

Segundo Sears (2015), dezenove séculos mais tarde, Galileu afirmou que um corpo deveria cair com aceleração constante independentemente do seu peso. E Sears (2015) continua:

> Experiências demonstram que, quando os efeitos do ar podem ser desprezados, Galileu está correto; todos os corpos em um dado local caem com a mesma aceleração, independentemente de seus tamanhos e pesos. Além disso, quando a distância da queda livre é pequena em comparação com o raio da Terra e ignoramos os pequenos efeitos exercidos por sua rotação, a aceleração é constante (SEARS, 2015, p. 55).

De maneira ilustrativa, podemos pensar da seguinte forma, fazendo análise da figura 2 a seguir:

Figura 2: Sequência de queda livre de uma esfera.

Fonte: SEARS (2015)

Com o auxílio de um estroboscópio luminoso, que produz uma quantidade grande de flashes com intervalos de tempo iguais, podemos verificar que para cada flash disparado a imagem fica gravada naquele instante. Podemos ver com a leitura da imagem que no início, quando se solta o corpo, a distância das bolas está relativamente pequena em relação aos instantes finais capturados. Isso quer dizer que, há uma variação de velocidade existente e consequentemente de aceleração.

Essa aceleração observada na imagem anterior é chamada aceleração da gravidade, representada por diversos estudiosos pela letra *g.* Teremos os valores aproximados em relação à superfície da Terra:

$$g = 9{,}8 m/s^2 = 980 cm/s^2 = 32{,}2\ pés/s^2$$

Discutindo sobre valores em módulos e o que de fato significa a aceleração, Sears (2015) alerta que:

> ATENÇÃO g é sempre um número positivo Como g é o módulo de uma grandeza vetorial, ele é sempre um número positivo. Se você considerar que o sentido positivo está para cima, como fazemos na maioria das situações envolvendo queda livre, a aceleração é negativa (para baixo) e igual a g. Tenha cuidado com o sinal de g, ou então terá dificuldade com os problemas de queda livre (SEARS, 2015, p.55).

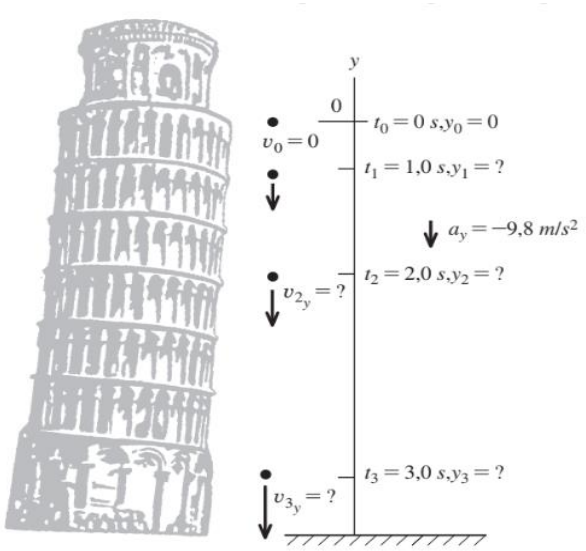
Diante do que é discutido na teoria apresentada anteriormente, podemos pensar nas diversas formas de conseguir contextualizar o que foi visto. Podemos seguir o exemplo 2.6 do Sears (2015) para melhor entendimento e análise:

- Uma moeda de 1 euro é derrubada da Torre de Pisa. Ela parte do repouso e se move em queda livre. Calcule sua posição e sua velocidade nos instantes 1,0 s, 2,0 s e 3,0 s.

Solução:

IDENTIFICAR E PREPARAR: “queda livre” significa “possuir uma aceleração constante pela gravidade”. Portanto, podemos usar as equações de aceleração constante. O lado direito da Figura 3 demonstra nosso diagrama de movimento para a moeda. Como o eixo é vertical, vamos chamá-lo de y em vez de x. Todos os valores de x das equações serão substituídos por y. Consideramos a origem O como o ponto inicial e escolhemos um eixo vertical orientado com sentido positivo de baixo para cima.

Figura 3: Exemplo de queda livre.



Fonte: SEARS (2015)

A coordenada inicial $y0$ e a velocidade inicial $v0y$ são iguais a zero. A aceleração está orientada para baixo (no sentido negativo do eixo Oy), de modo que $ay = g = 9{,}8\ m/s^2$. (Lembre-se de que, por definição, g é sempre positivo.) As variáveis-alvo são y e vy nos três instantes especificados. Nossa escolha do sentido para cima como positivo significa que todas as posições e velocidades que calcularmos serão negativas.

EXECUTAR: em um instante t após a moeda ser derrubada, sua posição e velocidade são:

$$y = y_0 + v_{0y}t + \frac{1}{2}a_y t^2 = 0 + 0 + \frac{1}{2}(-g)t^2 = (-4{,}9m/s^2)t^2$$

$$v_y = v_{0y} + a_y t = 0 + (-g)t = (-9{,}8m/s^2)t$$

Quando

$t = 1{,}0s, y = (-4{,}9m/s^2)(1{,}0s)^2 = -4{,}9m$ e

$v_y = (-9{,}8m/s^2)(1{,}0s) = -9{,}8m/s$; depois de $1s$, a moeda está a $4{,}9\ m$ abaixo da origem (y é negativo) e possui uma velocidade orientada para baixo (v_y é negativa) com módulo igual a $9{,}8\ m/s^2$. A posição e a velocidade nos instantes $2{,}0s$ e $3{,}0s$ são encontradas da mesma forma. Os resultados são $y = -20\ m$ e $vy = 20\ m/s.$ Em $t = 2{,}0\ s$, e $y = 44\ m$ e $v_y = 29\ m/s$ em $t\ \ 3{,}0\ s$.

AVALIAR: todas as respostas são negativas, como esperávamos. Mas também poderíamos ter escolhido o sentido para baixo. Nesse caso, a aceleração teria sido $a_y = +g$ e todas as respostas teriam sido positivas.

5.1.2 Questionário sobre Queda livre dos corpos e aceleração da gravidade

Graças a ferramenta de formulações de questionários online do google, o google forms, é possível aplicar uma avaliação de aprendizagem online, onde os alunos poderão, após assistir a aula online ou estudar através do conteúdo disponível em pdf, responder de sua casa via celular, tablet ou computador, a questões referentes a aula.

Esse questionário foi aplicado e contou com a seguintes questões e respostas obtidas:

Questão 1) Analisando as afirmações a seguir sobre o movimento de queda livre e assinale V caso as afirmações sejam verdadeiras e F caso sejam falsos.

A) ( ) A massa de um corpo influência no movimento de queda livre.

A maioria erroneamente responde que sim, acreditamos que esse pensamento vem do fato de eles imaginarem que quanto mais pesado mais rápido o movimento?

B) ( ) A aceleração da gravidade local atua nos corpos em queda livre.

Foram unanimes em responder sim.

C) ( ) No vácuo, uma pena e uma bola de golfe caem com a mesma velocidade em queda livre.

Graças a aula por eles assistida, onde foi dado uma atenção maior sobre esse tipo de fenômeno, a maioria respondeu que sim.

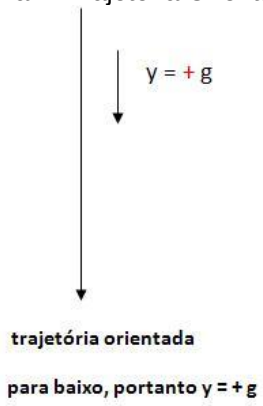
Questão 2) É possível determinar a aceleração da gravidade no exato local onde me encontro? Se sim, como?

Em sua maioria as respostas foram de que não é possível, porém, as respostas que vieram sim não contavam com uma explicação.
A falta dessa explicação nos é utilizada como um gancho para a aplicação do nosso experimento didático sobre queda livre e aceleração da gravidade.

5.1.3 Experimento didático: Queda livre dos corpos e aceleração da gravidade.

Através da equação exemplificada em nossa aula didática para o deslocamento $y = y_0 + v_{0y}t + \frac{1}{2}a_y t^2$ e sabendo que esquematicamente adotaremos uma trajetória orientada para baixo, no nosso experimento, teremos $y = +g$, como mostra a figura abaixo:

Figura 4: Trajetória Orientada



Fonte: KASUHITO E FUKE (2015)

Para nosso experimento, trabalharemos a seguinte equação:

$y = y_0 + v_{0y}t + \frac{1}{2}a_y t^2$ *onde,*

$y - y0 = H$

$V0 = 0$

$ay = g$

Assim teremos,

$H = \frac{g}{2}.t^2$ e isolando g,

$g = \frac{2H}{t^2}$

Uma aprendizagem significativa é alcançada quando de fato os alunos conseguem ir além de simplesmente encontrar a solução para um problema, mas compreendem a utilização no dia a dia e no que essas informações passadas dentro de sala irão influenciar em tomadas de decisão e visão de mundo. Além de conseguirem utilizar conhecimentos prévios que servem como subsídio para o desenvolvimento de outros (AUSUBEL, 1978).

Foi indicado para que os alunos do 9º ano do EJA, após explicação do conteúdo, fizessem o experimento em casa e anotassem o que haviam encontrado como levantamentos à seguinte conjectura: “Queda livre: O que a maçã tem a ver com a física?”

Muitos alunos pensavam ainda que de fato uma maçã caíra na cabeça de Newton. E dessas observações pudemos abrir um parêntese e trabalhar um pouco

de história da Física. Explicamos que como afirma a Royal Society, após disponibilizar um manuscrito da biografia de Newton (podendo ser consultado em: http://royalsociety.org/turning-the-pages), pode-se ler que a maçã não caiu na cabeça de ninguém, e sim, em seu ângulo de visão.

Logo em seguida, após essa descoberta histórica, propusemos o passo a passo do experimento e como eles deveriam agir. É importante salientar que todo esse processo foi feito a partir de comunicação assíncrona, ou seja, em decorrência da pandemia por nãos estarmos no ensino presencial, foi aberto um grupo no aplicativo de mensagens e por meio do grupo disponibilizado o link do site onde tudo se desenvolveu.

O objetivo principal a ser observado era o da análise de como os objetos caem, soltando-se dois objetos diferentes (por exemplo, um frasco de remédio de plástico e uma bola de gude).

Logicamente a bola de gude tem massa maior que o pote de plástico. E pudemos analisar que os alunos compreenderam essa afirmativa ao passo que quando questionados, a totalidade disse ter realmente notado. Um aluno em questão disse que ainda tentou usar uma balança de seu pai açougueiro, mas não teve sucesso.

Aproveitando toda essa discussão pensamos em levantar a seguinte questão: desprezando uma folha de papel aberta e a mesma folha amassada, o porquê da folha de papel aberta demorar mais tempo para atingir o solo do que a folha de papel amassada.

Alguns alunos construíram seus raciocínios apoiados na ideia de que a folha aberta é impedida de cair mais rapidamente, servindo como uma espécie de para quedas.

Aproveitamos para discorrer sobre as forças que atuam no movimento de queda livre. Pudemos então falar de resistência do ar. Os alunos ficaram surpreendidos com a diferença teórica e prática com a existência dessa grandeza.
Para que fosse feita a análise da queda desses corpos, foi dada a sugestão para que fosse construída uma tabela na qual relacionasse a posição e o tempo de cada um deles.

Foi dada a dica para que os alunos fixassem uma fita métrica ou régua de plástico em uma parede plana de suas casas, de forma a termos uma gradação a

mais precisa possível. E que começassem a deixar cair os objetos. Sempre anotando o local de onde era largado e o tempo que os objetos levavam para chegar ao solo.

Era de se esperar que os alunos tivessem questionamentos acerca da marcação do tempo, uma vez que a queda ocorre de forma de rápida. Foi instruído que eles usassem um telefone celular e pudessem gravar os experimentos, uma vez que os próprios aparelhos atualmente, graças ao avanço científico/tecnológico mostram os segundos com exatidão, alguns até mesmo podendo chegar aos milésimos de segundos.

Dessa forma, os alunos conseguiriam iniciar o preenchimento da tabela. Segue a tabela 2 disponibilizada para que fosse completada, para cada um dos objetos, e algumas das tabelas que recebemos por meio do site.

Tabela 2 - Tabela disponibilizada aos alunos

TABELA PARA EXPERIMENTO: QUEDA LIVRE E ACELERAÇÃO DA GRAVIDADE			
Teste	Altura h (m)	Tempo t (s)	Aceleração g (m/s^2)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
Média	(m)	(s)	(m/s^2)

Fonte: ELABORADO PELOS AUTORES.

Para chegarmos ao valor aproximado da aceleração da gravidade foi indicado aos alunos que fizessem os cálculos seguindo a equação:

$$g = \frac{2H}{t^2}$$

Para cada uma das linhas e de forma geral, utilizando os resultados da média de cada coluna. Sendo a média calculada por:

$$\bar{x} = \frac{x1 + x2 + x3 + \cdots + xn}{n}$$

Recebemos algumas fotos dos alunos, e decidimos colocar algumas para melhor visualização para leitura:

Imagem 1 – Medição feita pelo aluno

Fonte: Arquivo do Mestrando

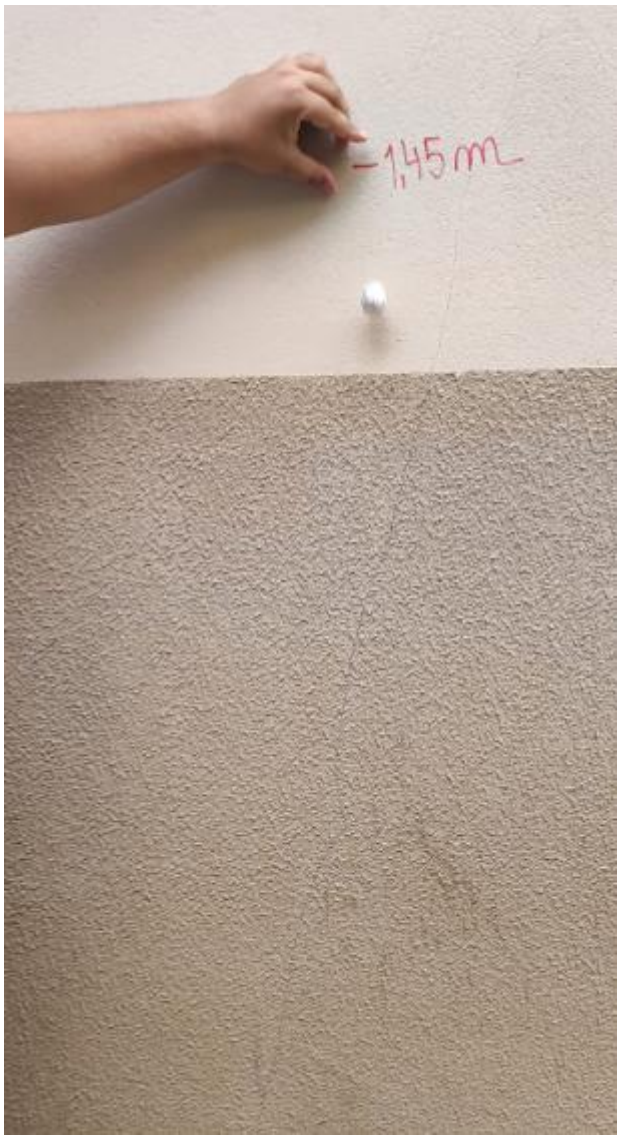
Imagem 2 – Medição feita pelo aluno.

Fonte: Arquivo do Mestrando

Imagem 3 – Abandono de Corpo para medição de tempo.

Fonte: Arquivo do Mestrando

Imagem 4 - Abandono de Corpo para medição de tempo.



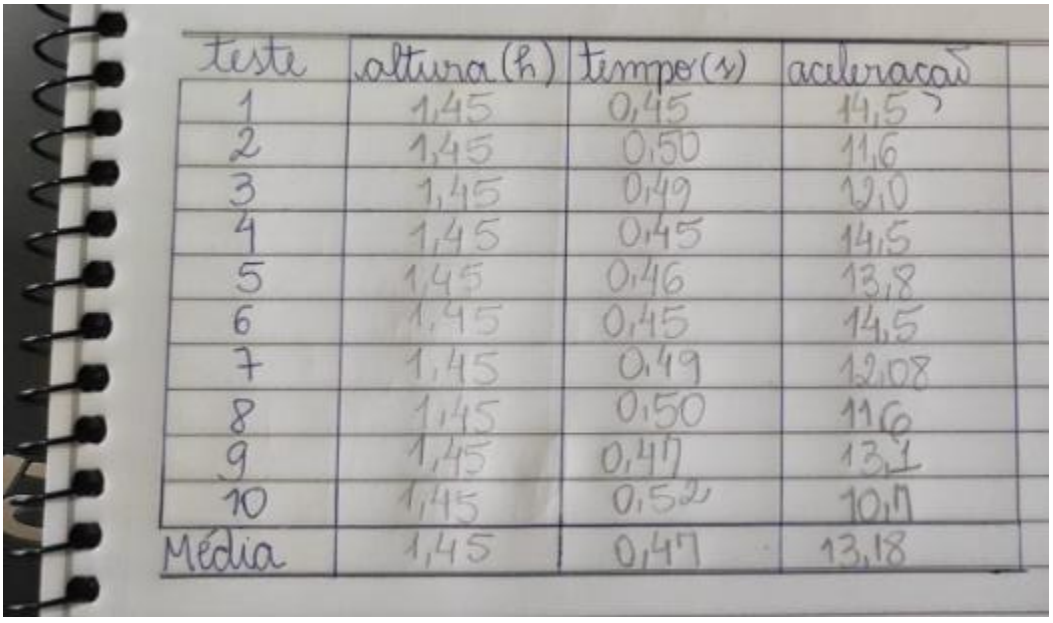
Fonte: Arquivo do Mestrado

O objetivo nessa parte, que inclusive foi bem recepcionada pelos alunos, é a de mecanicamente ir realizando os “largamentos”, a fim de que pudessem compreender que com a realização dos cálculos deviam chegar ao valor aproximado da aceleração da gravidade $g = 9{,}8m/s^2$.

Após a tabela ser completada, queríamos que os alunos associassem os dados encontrados com as médias de variação e os resultados de acelerações. Para isso, foi pedido que calculassem a aproximação de acordo com as fórmulas e as indicações dadas pelo professor.

Segue exemplo da tabela completa enviada por alunos como resposta à atividade solicitada:

Imagem 5 - Tabela completada pelo aluno



teste	altura (h)	tempo (s)	aceleração
1	1,45	0,45	14,5
2	1,45	0,50	11,6
3	1,45	0,49	12,0
4	1,45	0,45	14,5
5	1,45	0,46	13,8
6	1,45	0,45	14,5
7	1,45	0,49	12,08
8	1,45	0,50	11,6
9	1,45	0,47	13,1
10	1,45	0,52	10,7
Média	1,45	0,47	13,18

Fonte: Arquivo do Mestrando

Questionamos quais foram as maiores dificuldades na resolução da atividade proposta, e algumas respostas chamaram atenção:

Aluno A: “Eu não conseguia resolver as médias propostas”;

Aluno B: “A parte teórica eu compreendi, mas na hora de completar a tabela, tive dificuldade”;

Aluno C: “A parte matemática foi o mais difícil”;

Os demais comentários foram positivos no sentido de terem entendido em como chegar no valor aproximado da aceleração da gravidade e no completar da tabela. Porém, com os resultados e comentários vistos acima algo chamou atenção: A dificuldade em operações matemáticas e dependência desse conhecimento para desenvolvimento dos conteúdos de física.

Pensando nisso, achamos que seria uma boa ideia entrar em contato com o professor de matemática e discutimos uma maneira de tentar resolver isso. Em vista de toda a situação pandêmica, passamos uma playlist de vídeos para que os alunos pudessem ver.

Após alguns dias, o professor da escola entrou em contato com os alunos e a resposta foi positiva. Ao assistirem aos vídeos que tratavam das operações que trouxeram dificuldades no desenvolvimento da atividade anterior, eles afirmaram que conseguiram compreender melhor onde estavam errando. Isso foi um sucesso, pois

nos mostrou que o problema estava na ausência de conhecimentos básicos e não nos assuntos físicos em si.

Relatando agora especificamente o desenvolvimento da parte física, foram feitas algumas perguntas para que eles finalizassem a atividade. Foram elas:

Qual a relação da atividade com o que foi exposto?

Qual a importância de uma boa gradação e marcação correta do tempo no desenvolvimento da atividade?

Você tinha alguma noção de onde teria que chegar, em se falando de resolução?

Quais os pontos mais importantes que você considera em todo processo? Desde a parte introdutória e apresentação do conteúdo, até a parte de validação da possível resposta encontrada?

Converse com um colega sobre o desenvolvimento das atividades e anote quais foram as considerações dele(a).

As respostas que mais chamaram atenção para essas perguntas foram:

Aluno A

Pergunta 1: “Ao ser explicado sobre queda livre e aceleração da gravidade eu achava que seria muito difícil chegar nas respostas que eu só via nos livros, mas seguindo o passo a passo eu consegui.”

Pergunta 2: “Eu tive dificuldade na gradação, a régua caiu por várias vezes, e eu reparei que teve uma vez que mesmo colada em alturas diferentes eu cheguei ao mesmo resultado, algo não estava certo. Isso me mostrou que precisava arrumar como anteriormente”.

Aluno D:

Pergunta 4: “Sempre tive muita dificuldade em física pois nunca tinha sido apresentado de fato à física de maneira satisfatória. Hoje eu posso falar que não é minha matéria preferida, mas consigo entender bem melhor. Todo o processo se fez importante, uma vez que precisei de todas as explicações para conseguir resolver o exercício”.

Pergunta 5: “Em resumo o aluno E achou a atividade difícil, e quando eu perguntei o porquê ele disse que não entendia bem os cálculos, errou muita coisa no que dizia respeito à tabela”.

Aqui podemos ver mais uma vez a relação da dificuldade em física

entrelaçada com a dificuldade nas operações matemáticas. Analisando a resposta desses alunos, me surgiu a inquietação: “Será que a bagagem que eles vêm trazendo consigo, realmente se trata de assuntos compreendidos?” e “O que é de fato compreensão para eles, aprender para realização de uma avaliação, ou aprender para ir além, não somente usar esses conhecimentos em provas, mas também em suas tomadas de decisão, ..., vidas.

Aluno B:

Pergunta 1: “Não tive muitas dificuldades, vim de uma escola em que as aulas de física eram bem legais, tínhamos laboratórios e o professor explicava super bem. A única coisa que eu estava quase errando era no cálculo do desvio padrão, mas era falta de atenção.

Vemos aqui a contraste nos resultados de alunos de uma escola de periferia com alunos de uma escola de “centro”. Infelizmente essa realidade ainda existe, cabendo aqui uma crítica primeiramente ao governo, esfera que deveria enxergar no professor o profissional que de fato é, auxiliando-o no possível, mas também aos próprios professores, pois sabemos que muitos infelizmente perderam as esperanças e já se cansaram de ir contra o tradicionalismo, tornando a insatisfação algo natural. Cabe a nós pesquisadores lutarmos para que uma igualdade no oferecimento do ensino seja alcançada, e resgatarmos os colegas desse “vale das sombras”.

Pergunta 2: “Utilizei uma fita métrica que minha mãe deixava colada na beirada da porta e utilizei a câmera do celular como indicado pelo professor. Tive alguns problemas com a câmera, mas no final consegui preencher a tabela e completar a atividade.

Aluno E:

Pergunta 5: “Ao conversar com o aluno B, eu vi que ele teve muito mais facilidade que eu. Mas no final com a ajuda dos meus amigos consegui resolver a questão e entender a matéria”.

Pergunta 3: “Não tinha nem noção onde iria chegar, tentei fazer a atividade sem ver a aulas indicadas, e não deu muito certo. Depois de assistir compreendi”.

O objetivo final desse trabalho, depois de análises e discussões, era fazer com que os alunos se familiarizassem com as fórmulas, cálculos, teorias e aplicabilidade do conteúdo físico abordado. Atualmente as aulas de física se

apresentam de forma tradicional, onde professor apenas resolve exercícios e explica bem superficialmente a teoria (questionário para professor), e queríamos que essa assimilação de conteúdo colocasse o aluno como sujeito ativo no processo de ensino aprendizagem (POZO, 1998).

É importante salientar que não estamos em posição de crucificar o método tradicional do ensino, mas por que não pensar em uma estratégia que poderia auxiliar no processo de ensino-aprendizagem, tornando assim a aula e consequentemente a disciplina em si mais interessante aos alunos.

Depois de séculos presos em currículos engessados, em metodologias "bancárias", e em autoritarismo de saber dentro de sala de aula, podemos dizer que estamos começando a trilhar caminhos em que tudo que o aluno sabe pode e deve ser usado dentro e fora de sala de aula.

5.2 CARGA ELÉTRICA

Através do aplicativo digital Whatsapp e do e-mail foi enviado para o aluno que acesse o site www.experimentoteca.org e acesse a Aula 2: Carga Elétrica.

Após acessar o link da aula 2 o aluno deverá seguir a sequência de links propostos;

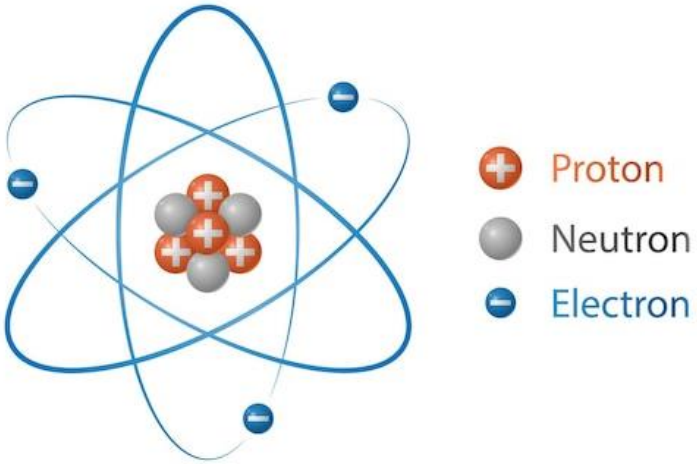
- Link 1: Ao clicar no link 1 uma nova janela se abrirá no site www.youtube.com.br contendo uma aula gravada sobre Carga Elétrica.
- Link 2: Um download se iniciará contendo o arquivo CargaEletrica.pdf, contendo a aula teórica sobre Carga elétrica em formato de pdf.
- Link 3: Uma nova página se abrirá contendo um questionário na plataforma Google Forms, que deverá ser respondida pelos alunos como a 1º forma de aprendizagem sobre o tema.
- Link 4: Um download se iniciará contendo o arquivo experimentoaula2.pdf, contendo as instruções para a execução de um experimento como forma de fixação e esclarecimento sobre o tema da aula em formato de pdf.
- Link 5: Uma nova página se abrirá contendo um questionário na plataforma Google Forms, que deverá ser respondida pelos alunos sobre o experimento realizado como a 2º forma de aprendizagem sobre o tema.

5.2.1 Aula sobre Carga Elétrica

Definimos carga elétrica como sendo uma propriedade das partículas elementares que compõem o átomo. Lembrando que o átomo é formado por prótons, nêutrons e elétrons, onde:

- Prótons: Localizam-se no núcleo do átomo e possuem carga elétrica positiva;
- Elétrons: Ficam na eletrosfera, região ao redor do núcleo atômico, e têm carga elétrica negativa;
- Nêutron: Também localizado no núcleo atômico, o nêutron não possui carga elétrica.

Figura 5: Estrutura atômica representando os prótons, elétrons e nêutrons.



Fonte: https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/protons.htm

Dizer que um corpo está eletrizado positivamente significa que este corpo possui mais prótons do que elétrons, e que o corpo está eletrizado negativamente significa que o corpo está com o mesmo desequilíbrio, desta vez com mais elétrons do que prótons.

As primeiras observações surgiram no século VI a.C, quando os primeiros registros sobre fenômenos elétricos foram feitos pelos gregos, mais exatamente quando o matemático Thales de Mileto observou que um pedaço de âmbar, quando atritado, adquiria a capacidade de atrair corpos mais leves. Após 2000 anos o médico inglês William Gilbert observou que vários outros corpos, ao serem atritados,

se comportavam exatamente como o âmbar descrito por Thales, todos adquiram a capacidade de atrair corpos mais leves. Assim Gilbert introduziu o termo "*eletrização*", nome que deriva da palavra grega para âmbar, *elétron*.

O símbolo utilizado para a carga elétrica é a letra Q, e a unidade de grandeza da carga elétrica no Sistema Internacional de Unidades (SI) é o Coulomb, representado pela letra C, em homenagem ao físico francês Charles Augustin Coulomb, responsável por diversas publicações sobre eletricidade e magnetismo.

Segundo Halliday e Resnick (2016), a menor quantidade de carga que pode ser encontrada na natureza é chamada de Carga Elementar (e), ela tem o valor, e = $1{,}6 \times 10^{-19}$C, e é atribuído a carga do elétron e a carga do próton, sendo:

- Carga do próton: $+1{,}6 \times 10^{-19}$C
- Carga do elétron: $-1{,}6 \times 10^{-19}$C

Também é possível calcular a quantidade de carga elétrica de um corpo:

$$Q = n\,e$$

Onde:

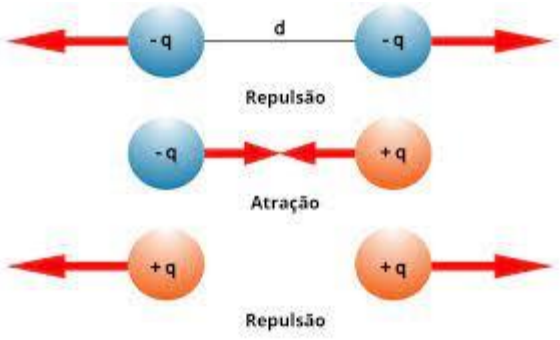
Q = A carga elétrica total de um corpo;

N = O número de elétrons perdidos ou recebidos;

e = O valor da carga elementar ($1{,}6 \times 10^{-19}$C).

Quando dois corpos eletrizados são aproximados, é possível notar uma força de interação entre elas, essa força pode ser de atração ou repulsão, onde ao aproximamos dois corpos com cargas elétricas de mesmo sinal, surge uma força de repulsão entre eles. E se aproximamos dois corpos de cargas elétricas de sinais contrários, surge uma força de atração entre eles, conforme mostra a figura 5:

Figura 6: Relação entre as forças de atração e repulsão entre as cargas.

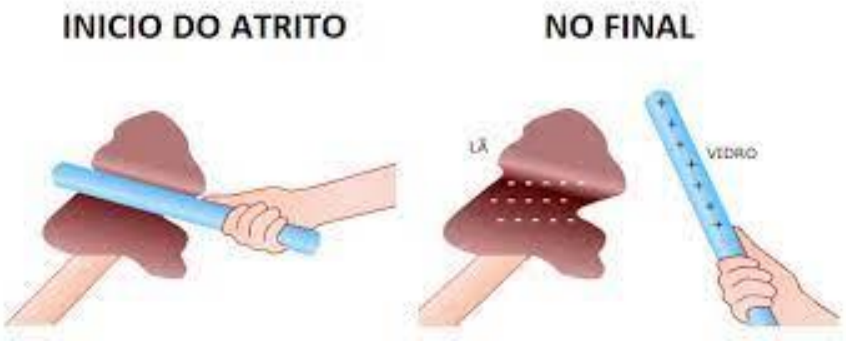


Fonte: https://www.todamateria.com./forca-eletrica/

Normalmente os corpos são encontrados neutros na natureza, porém é possível que um corpo fique eletrizado com um número maior de cargas positivas ou negativas através dos processos de eletrização por atrito, contato e indução.

A eletrização por atrito acontece quando dois corpos neutros e feitos de materiais diferentes são atritados entre si, um deles ganha elétrons e o outro perde elétrons. Nesse tipo de eletrização, os dois corpos ficam com carga de módulo igual, mas de sinais opostos. Como exemplo, na figura 6 podemos ver o processo de eletrização por atrito entre a Lã e o Vidro.

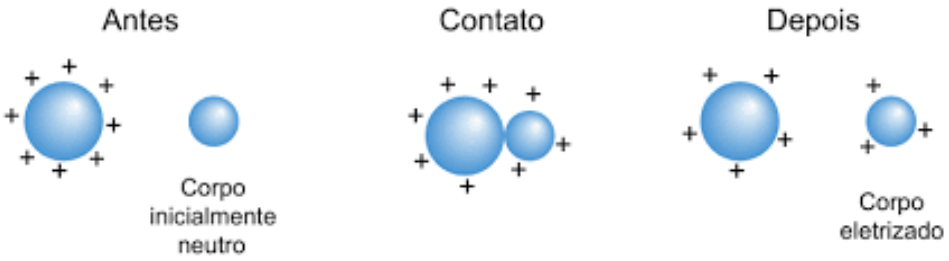
Figura7: Eletrização por atrito entre a Lã e o Vidro.



Fonte: https://www.geogebra.org/m/mqjgjcnb

Na eletrização por contato, quando um corpo condutor está carregado e entra em contato com um outro corpo, parte da carga irá ser transferida para o outro corpo, e os corpos envolvidos ficam carregados com cargas de mesmo sinal e a carga do corpo que estava inicialmente eletrizado diminui, conforme a figura 7 nos mostra.

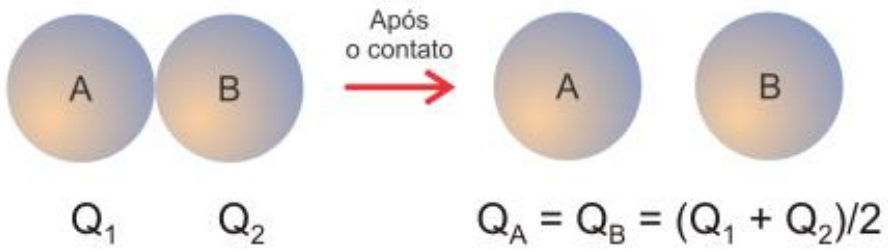
Figura 8: Eletrização por contato em corpos de tamanhos diferentes.



Fonte: https://realizeeducacao.com.br/wiki/cargas-eletricas-e-lei-de-coulomb/

Já quando os corpos envolvidos na eletrização são condutores de mesmas dimensões e mesma forma, após o contato, terão cargas de mesmo valor e mesmo sinal, como mostra a figura 8.

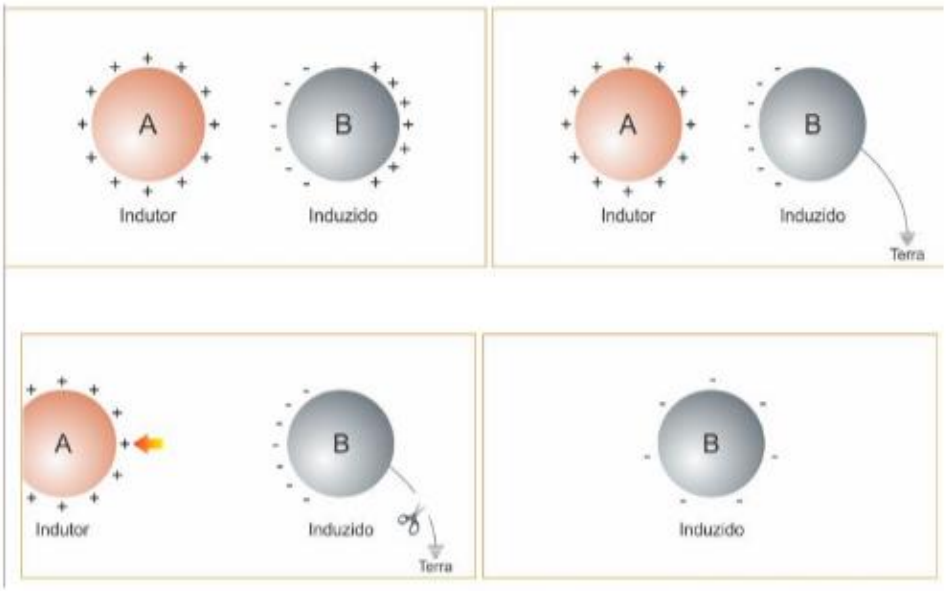
Figura 9: Eletrização por contato com corpos de tamanhos e formatos iguais.



Fonte: https://materialpublic.imd.ufrn.br/curso/disciplina/2/20/1/8

E por último, na eletrização por indução, ocorre quando se aproxima um corpo carregado que chamamos de indutor, em um corpo condutor neutro que chamamos de induzido, criando uma separação das cargas, ou seja, uma polarização no induzido. Após este procedimento, o corpo induzido é ligado à Terra, para que as cargas negativas da extremidade, contraria ao corpo indutor, escoem para a terra. Assim pode-se desfazer a ligação à Terra ao mesmo tempo em que se afasta o indutor, surgindo uma carga resultante no induzido que é chamada de carga induzida, enquanto a carga do corpo que foi aproximado do induzido é chamada de carga indutora, conforme mostra a figura 9.

Figura 10: Processo de eletrização por indução.



Fonte: https://infoenem.com.br/tipos-de-eletrizacao-no-enem/

5.2.2 Questionário sobre Carga Elétrica e observação da aprendizagem

Graças a ferramenta de formulações de questionários online da google, o google forms, é possível aplicar uma avaliação de aprendizagem online, onde os alunos poderão, após assistir a aula online ou estudar através do conteúdo disponível em pdf, responder de sua casa via celular, tablet ou computador, a questões referentes a aula.

Esse questionário foi aplicado e contou com a seguintes questões e respostas obtidas:

Questão 1) Para as seguintes afirmações abaixo assinale V para as verdadeiras e F para as falsas:

A) ( ) Um corpo que tem carga positiva possui mais prótons do que elétrons.

A resposta para essa questão foi unanime para verdadeiro.

B) ( ) Dizer que um corpo está neutro, é afirmar que ele possui o mesmo número de prótons e de elétrons.

Novamente a resposta foi unanime para verdadeiro.

C) ( ) É possível armazenar uma quantidade de carga elétrica gerada pelo atrito entre uma régua e um pano de lã.

Novamente a resposta foi unanime para verdadeiro.

Questão 2) Conforme sua resposta para a letra C da questão 1, explique o que impede o armazenamento de cargas elétricas geradas pelos atritos entre uma régua e um pano de lã, caso responda F, ou como seria possível o armazenamento dessa carga elétrica caso sua resposta foi V.

Essa questão foi um ponto muito importante para a análise sobre o que o aluno conseguiu absorver e sobre sua aprendizagem ativa. Aqui se espera do aluno que ele imagine, devido a aula sobre cargas elétricas, que pela facilidade de se neutralizar um corpo eletrizado positivamente ou negativamente, não se possa armazenar a carga gerada por esses materiais. Porém em sua maioria, houve uma resposta para que é possível armazenar essa carga. Esse seria o gancho para se entrar na explicação sobre a Garrafa de Leiden, experimento realizado em 1746 por Pieter Van Musschenbroek, e explicação sobre capacitores. Porém é necessário, primeiramente, realizar um experimento simples e bem didático sobre as Cargas

Elétricas chamado Eletroscópio.

5.2.3 Experimento didático: Eletroscópio de lâminas ou folhas

Segundo Kazuhito e Fuke (2016), o eletroscópio foi criado por um dos médicos da rainha Elizabeth I, por volta de 1600. O médico William Gilbert conseguiu na época a carta de um certo Petrus Peregrinus com a descrição de máquinas magnéticas, e a partir disso dedicou-se a pesquisar imãs e eletrização criando o eletroscópio.

Pensando em Bruner (1956) por meio de abstração, critérios e atributos, conseguiremos mapear uma estrutura cognitiva na qual os alunos consigam assimilar os conhecimentos.

O seguinte experimento é utilizado para a real visualização da teoria de cargas elétricas. Ao discutirmos esse conteúdo dentro de sala de aula, os alunos tem extrema dificuldade, uma vez que acham ser abstrato demais. Porém ao mostrarmos visualmente como todo esse conhecimento se porta, as chances de uma aprendizagem significativa ser alcançada é muito grande.

Mas esse assunto é parte integrante do currículo do 9 ano do Ensino Fundamental? A resposta é não. Não se estuda cargas elétricas com tanta riqueza de detalhes nessa série, mas como nosso trabalho é pautado nos estudos de Bruner (1956), quando esses alunos vierem a estudar de fato o conteúdo de cargas, eles poderão usar bagagens teóricas em suas estruturas cognitivas sobre a base aprendida atualmente.

Clicando no link 5 do site, conforme a sequência passada aos alunos pelo professor, o aluno recebe os procedimentos para a realização do experimento. A lista consta com os seguintes itens e procedimentos:

- 1 pote de azeitona ou palmito, copo de sorvete, garrafinha de refrigerante ou qualquer recipiente fechado e transparente e contendo tampa;
- Aproximadamente 50 cm de fio de cobre rígido isolado com capa ou esmalte isolante;
- 1 folha de papel alumínio;
- Bastão e pistola de cola quente;
- 1 tesoura;

- 1 régua acrílica ou bastão de plástico;
- 1 pedaço de pano de lã ou seda;
- 1 martelo com 1 prego.

Foi explicada a seguinte sequência de ações a serem desenvolvidas para que eles conseguissem realizar o experimento:

1. Primeiramente vamos pensar no pote. Começamos com a perfuração da tampa para fixar o fio de cobre. A tampa é perfurada no centro usando o martelo e o prego de forma que fixe o fio de cobre com uma parte para fora e a outra para dentro.

2. É necessário usar o alicate é desencapar o fio em suas extremidades antes de prendê-lo à tampa, de forma que a parte que toca a tampa esteja isolada.

3. Descascadas as pontas, ainda usando a ajuda do alicate, dobre a parte inferior exposta do fio, ou seja, a parte onde o fio ficara dentro do pote.

4. Após estes passos, é preciso fixar o fio na tampa do pote, evitando que ele se mecha ou solte. Para isso, é usada cola quente. Aplique cola nas partes onde se encontra a tampa, tanto por dentro como por fora.

5. Terminando o passo anterior, corte um pedaço de papel alumínio, e o amasse formando uma esfera compacta, o tamanho é a critério do executante, e será fixada na parte superior do fio de cobre.

6. Para a parte de dentro, na parte inferior do fio de cobre, devemos cortar um retângulo de 2,5cm por 1 cm e dobrar ao meio fazendo assim com que ele possa ser dependurado de forma livre.

7. Esta folha de papel alumínio será fixada na parte interna do pote, no fio inferior.

Foi pedido como atividade nessa etapa que eles gravassem ou fizessem um relatório do experimento e que respondessem o questionamento: “O que acontece quando se aproxima a régua eletrizada da esfera de papel alumínio?”.

Como resultado tivemos uma grande surpresa. Alguns alunos conseguiram de forma extremamente satisfatória realizar o experimento. Fizeram as gravações, e responderam ao questionamento. Tivemos como respostas:

Tabela 3: Terceira Etapa do Experimento “Eletroscópio” – Resposta ao questionamento

Terceira Etapa do Experimento “Eletroscópio” – Resposta ao questionamento	
GRUPOS	RESPOSTAS
Aluno A	“As folhas de alumínio se afastam”.
Aluno E	“Ao chegarmos a régua perto da esfera, pareceu mágica, as folhas de alumínio se separaram. Sabemos agora que não se trata de mágica, mas sim de cargas elétricas”.
Aluno F	“Depois que a aluna esfregou a régua no cabelo, ela aproximou o a régua perto da esfera de papel alumínio que estava pra fora do vidro de azeitona que a gente fez, os papeis que estavam dentro do vidro, se separaram”.
Aluno J	“Os papeis pequenos dentro do vidro se repeliram”.
Aluno G	“Ao aproximar a régua eletrizada positivamente, os elétrons do topo do eletroscópio passam para o bastão atingindo a mesma carga elétrica das folhas, fazendo com que se afastem”.

Fonte: ELABORADO PELO AUTOR

Alguns alunos também mandaram fotos do passo a passo ilustrando a forma com que realizaram o experimento. Segue algumas fotos:

Imagem 6 - Lista de materiais para o experimento

Fonte: Acervo do Mestrando

Imagem 7 - Fio de cobre com as extremidades desencapadas

Fonte: Acervo do Mestrando

Imagem 8 - Retângulo e esfera de papel alumínio

Fonte: Acervo do Mestrando

Imagem 9 - Realização da Etapa 1

Fonte: Acervo do Mestrando

Imagem 10 - Eletroscópio

Fonte: Acervo do Mestrando

Por não se tratar de um experimento fácil, nem de um conteúdo de fácil assimilação teórica, esperava-se que os alunos tivessem certa curiosidade sobre tudo o que estava acontecendo, como demonstraram no experimento anterior. E essa curiosidade foi alcançada, deixando claro assim que Bruner (1956), ao defender a aprendizagem por descoberta, trazendo agora um diálogo com a teoria de Ausubel (1963), consegue fazer que a aprendizagem tenha significância futuramente para o aluno, aluno este que virá a usar de conhecimentos prévios e recorrer a sua estrutura cognitiva.

6 CONCLUSÃO

Nosso objetivo com o desenvolvimento deste trabalho (que consistiu, dentre outras coisas, de pesquisas bibliográficas acerca das temáticas aqui tratadas; de análises de questionários de discentes e docentes; de elaboração, criação, aplicação e avaliação de um produto educacional, de acordo com a área de ensino da CAPES) era fazer com que os alunos compreendessem que a Física não necessariamente precisa ser um amontoado de fórmulas muitas vezes apresentadas sem nenhum tipo de característica que a possa tornar uma aprendizagem significativa (AUSUBEL, 1963).

Iniciamos essa caminhada com a pesquisa teórica propriamente dita. Perpassamos por Aprendizagem em Espiral, teoria de Jerome Bruner, que diz que uma estratégia de ensino assertiva é aquela que colabora com o aprofundamento do conhecimento ao recomendar que os alunos reaprendam um assunto ao longo de sua vida escolar.

Desenvolvemos essa ideia em nosso trabalho, ao trabalharmos com os conceitos de aceleração da gravidade, queda livre e cargas elétricas, conteúdos não vistos no 9º ano do Ensino Fundamental. Dessa forma, quando esses alunos se depararem novamente com esses conteúdos no Ensino Médio, espera-se que a novidade não seja mais tão grande novidade e que eles consigam encontrar em suas estruturas cognitivas subsunçores da temática.

Em algumas partes do trabalho falamos indiretamente de David Ausubel, psicólogo da educação, responsável pelo desenvolvimento e estudos na área da aprendizagem significativa. Fizemos esse link entre os 2 autores, pois acreditamos que, ao partir da aprendizagem em espiral, de certa forma estamos colaborando para uma aprendizagem significativa ao passo que ferramentas cognitivas serão utilizadas em ambos os processos.

Moreira (2012), da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFGRS), afirma que conceitos do norte-americano são compatíveis com outras teorias do século 20, como a do desenvolvimento cognitivo, de Jean Piaget (1896-1980), e a sociointeracionista, de Lev Vygotsky (1896-1934).

Após os estudos referenciais, iniciamos o pensamento do que seria um produto educacional que pudesse vir a colaborar com tudo já discutido. Pensamos

então no desenvolvimento de um site por meio do qual os alunos conseguiriam ter acesso mais amplo aos conteúdos. Esse site serviu então para uso docente e discente, ao passo que o docente pode “alimentar” o sistema de acordo com sua necessidade; e o discente pode, ao acessar o sistema, ter acesso à explicação e discussão podendo desenvolver assim a análise do conteúdo. Após a aplicação do produto educacional, foi desenvolvida uma sequência didática onde pudemos “deixar por escrito” todo o passo a passo do processo das aulas.

O objetivo do desenvolvimento da sequência didática foi o de auxiliar outros professores inquietos com o tradicionalismo e engessamento das aulas pudessem encontrar em nosso material, ferramenta de apoio, podendo sair assim do devaneio da mudança e de fato iniciarem esse processo.

Essa sequência teve as características de ser de fácil leitura e compreensão, visando assim atingir o maior número possível de leitores; fizemos divisões por aula, o que facilita ao professor poder ajustar da forma que condiz com sua realidade; incluímos imagens que servem de ilustração para as atividades desenvolvidas ou teorias trabalhadas.

A aplicação do site, por se tratar de um período pandêmico, foi bem positiva. Trabalhamos com uma TDIC no momento que mais se falou em TDIC, porém com a maior resistência sobre elas. Pensando em TDIC podemos nos respaldar no que analisa Silva (2018):

> Nesse atual ritmo de ensino, o professor é visto como mediador, ou seja, o que leva os alunos a conhecer e a interagir através das novas tecnologias existentes. Portanto se faz necessário o aprimoramento constante, como por exemplo, treinamentos em determinadas aplicações e plataformas de ensino. Portanto através destas novas ferramentas, o professor vai auxiliar os alunos em busca de um melhor aprendizado, ressaltando-se que este processo levará um grande conhecimento para todo o grupo, agregando valores e interatividade. (SILVA, 2018, p. 5)

Pensamos que essa resistência seja pelo fato de que alguns professores se sentiram ameaçados ao ter que sair da sua zona de conforto; o que é praticamente normal, mas não tolerável no momento em que estávamos vivendo. Algo deveria e foi feito. Mesmo sendo desafiados, procuramos trabalhar o mais fiel e próximo possível do que era estipulado na teoria da metodologia do currículo em espiral.

No nosso caso, os alunos receberam a ferramenta de modo bem satisfatório,

participaram das atividades propostas, responderam aos questionários, tiraram dúvidas nos fóruns do blog e mostraram compreensão suficiente no que tange ao conteúdo. Esse fato alegrou tanto o professor pesquisador quanto o professor orientador da dissertação, pelo fato de ser a confirmação de que trabalhando de forma atípica, o conteúdo pôde fazer de certa forma fazer sentido para os alunos e quem sabe integrar a malha cognitiva tornando-se assim produto de uma aprendizagem significativa.

O site foi construído na plataforma WIX[1], o processo durou cerca de 3 meses e durante a aplicação com os alunos a todo momento o professor pesquisador teve que fazer modificações buscando a melhor configuração diante da análise dos alunos e da percepção do que pôde ser positivo e negativo. Esperamos que o site não seja utilizado apenas por nós no decorrer deste projeto. Queremos que o projeto sempre tenha alguém responsável por ele, pois a ideia se mostrou válida e de fácil execução.

Dentro do site os alunos puderam encontrar arquivos multimídia como: vídeos disponibilizados em plataformas digitais para reforço em operações básicas matemáticas; vídeos gravados pelo professor pesquisador com o intuito de facilitar no processo de indicação de caminhos para que os alunos construíssem seu conhecimento.

Analisando o site em si, podemos elencar diversos pontos positivos:

- Forma rápida de comunicação entre docente e discente.
- Troca de conhecimentos entre discentes.
- Explanação do conteúdo de forma mais ilustrativa e dinâmica.
- Melhor organização do conteúdo.

Podemos elencar alguns pontos negativos que percebemos no decorrer do tempo em que estivemos em contato com o alunado:

- Dificuldade de uma minoria em ter acesso à internet e/ou aparelho que consiga acesso à rede.
- Nível elevado de perguntas não propriamente dos alunos da escola

[1] Wix.com foi fundada em 2006, em Israel, por Avishai Abrahami, Nadav Abrahami e Giora Kaplan. Consiste em uma plataforma online de criação e edição de sites que permite aos usuários criar sites em HTML5 e sites Mobile sem necessidade de conhecimento prévio em programação ou design.

em que foi aplicado o projeto, mas de outras instituições de ensino.

- Dificuldade no acesso nos dias em que houve quedas de energia e/ou internet.

Pensando agora nos nossos objetivos, tínhamos como objetivo principal utilizar as ideias de Bruner como base para a aplicação de um produto educacional, e assim o fizemos.

Esperávamos que nossos resultados pudessem indicar a eficácia da metodologia de ensino utilizada, contribuindo para que os alunos tenham uma aprendizagem com mais recursos e com melhores estratégias, onde eles possam se engajar na aquisição de seu próprio conhecimento, focando seus objetivos e os buscando de forma pró ativa, fazendo assim com que não cheguem ao Ensino Médio sem qualquer base para o conteúdo de Física, construindo um currículo em espiral que amenizará o impacto que essa matéria causa.

Percebemos que a apresentação de conhecimentos prévios de alguns temas que serão abordados com esses alunos no Ensino Médio os deixou “curiosos” e motivados para de fato se aprofundar no conteúdo nos anos seguintes.

Reforçamos que apenas alguns conceitos foram trabalhados, mas que, uma vez ativada a curiosidade do aluno, ele não se limitou somente ao que foi apresentado, tornando assim sua busca pelo conhecimento mais ampla. Os alunos puderam desfrutar e aprender diante de alternativas práticas do Ensino de Física para prosseguirem seus estudos compreendendo e indagando sobre os conceitos, leis e teorias desta.

Diante da aplicação do produto educacional e estudos das teorias, satisfatoriamente afirmamos que, de fato a teoria de aprendizagem por descoberta e de currículo em espiral, discutida por Bruner, e todos os pontos educacionais que delas derivam, auxiliam muito o professor em sua atividade docente. Colocar o aluno em processo de aprendizagem ativa, ou seja, oportunizando assim a ele o desenvolvimento de seu próprio conhecimento, deveria ser produto essencial do processo de ensino aprendizagem.

7 REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. **The psychology of meaningful verbal learning.** Grune & Stratton,1963.

BRUNER, J. S. **Uma Nova Teoria de Aprendizagem**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bloch, 1973.

DAVID J. Griffiths. **Eletrodinâmica**, 3. ed. Pearson Edition, São Paulo 2011.

ENSINO REMOTO EMERGENCIAL. **A oportunidade da escola criar, experimentar, inovar e se reinventar.** SINEPE/RS, Porto Alegre, 17 abr. 2020. Disponível em: <https://www.sinepers.org.br/noticias/ensino-remoto-emergencial-a-oportunidade-da-escola-criar-experimentarinovar-e-se-reinventar.> Acesso em: 26 jul. 2021.

HALLIDAY, D. 1916-2010**. Fundamentos de física.** v. l: mecânica I David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker; tradução e revisão técnica Ronaldo Sérgio de Biasi. - Rio de Janeiro: LTC, 2016.

HALLIDAY, D. 1916-2010. **Fundamentos de física.** v. lII: eletromagnetismo I David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker; tradução e revisão técnica Ronaldo Sérgio de Biasi. - Rio de Janeiro: LTC, 2012.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua – PNAD Contínua**. Disponível em: <https://censos.ibge.gov.br/2013-agencia-de-noticias/releases/28285-pnad-educacao-2019-mais-da-metade-das-pessoas-de-25-anos-ou-mais-nao-completaram-o-ensino-medio.html#:~:text=A%20taxa%20de%20analfabetismo%20das,de%20pessoas)%20viviam%20no%20Sudeste.> Acesso em: 10 mai. 2022.

MOREIRA, José Antônio Marques; HENRIQUES, Susana; BARROS, Daniela. **Transitando de um ensino remoto emergencial para uma educação digital em rede, em tempos de pandemia.** Dialogia, São Paulo, n. 34, p. 351-364, jan./abr. 2020. DOI https://doi.org/10.5585/dialogia.n34.17123. Disponível em: <https://periodicos.uninove.br/index.php?journal=dialogia&page=article&op=view&path%5B%5D= 17123&path%5B%5D=8228.> Acesso em: 27 set. 2020.

MOREIRA, Marco A.; CABALLERO, M. C.; RODRÍGUEZ, M. L. **Aprendizagem significativa:** um conceito subjacente. 1997. Disponível em: <http://www. if. ufrgs. br/~ moreira/apsigsubport.pdf> v. 26, p. 12, 2012.

POZO, J.I. et al. (Orgs). **A solução de problemas:** Aprender a resolver, resolver para aprender. Trad. NEVES, B.A. Porto Alegre: Artmed, 1998.

SILVA, Claudio Gomes da. **A Importância do Uso das TICS Na Educação**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 3, ed. 8, v. 16, pp. 49-59,

Agosto de 2018. ISSN:2448-0959.

SILVA, H. A; GOMES, C. L. **A Teoria de Aprendizagem de Bruner e o Ensino de Ciências**. Arquivos do MUDI, v 21, n 03, p. 13-24, 2017. Disponível em: <file:///C:/Users/User/Downloads/40938-180240-1-PB%20.pdf.> Acesso em: 05 jul. 2019.

SYMON, K. R. **Mecânica**. Tradução: Gilson Brand Batista. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1988.

YAMAMOTO, K. **Física para o ensino médio.** v. 1: mecânica / Kazuhito Yamamoto, Luiz Felipe Fuke. -- 4. ed. -- São Paulo: Saraiva, 2016.

YOUNG, H. D. **Física I.** Sears e Zemansky: mecânica / Hugh D. Young, Roger A. Freedman; colaborador A. Lewis Ford; tradução Daniel Vieira; revisão técnica Adir Moysés Luiz. – 14. ed. – São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016.

APÊNDICE 1

Produto Educacional Sequencias Didaticas em Expiral Como Material Alternativo de Apoio, em Situações de Ensino, à Educação de Jovens e Adultos

Produto Educacional apresentado pelo mestrando Thiago Henrique Jerônimo,

sob a orientação do Prof. Dr. Mauro Antônio Andreata, como requisito para a obtenção do grau de Mestre em Ensino de Física, Curso de Pós-Graduação em Ensino de Física, Instituto de Física, Universidade do Federal de Catalão.

Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

MNPEF Polo **UFCAT**

APÊNDICE 2

Produto Educacional

SEQUENCIAS DIDATICAS EM EXPIRAL COMO MATERIAL ALTERNATIVO DE APOIO, EM SITUAÇÕES DE ENSINO, À EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS

INTRODUÇÃO

Este produto educacional é dedicado aos professores da área de Física e Ciências da Natureza que buscam diminuir as dificuldades de aprendizado enfrentado pelos alunos no ensino de física nas transições entre o Ensino Fundamental e Médio, professores esses que também buscam uma aprendizagem mais ativa e uma interação maior entre alunos e professor.

As maiores dificuldades encontradas por alunos que passam por um Ensino Fundamental na modalidade E.J.A e ingressam no Ensino Médio da mesma modalidade, ocorrem nas disciplinas de mecânica e de eletromagnetismo, as quais são constantemente questionados por esses alunos, que em sua grande maioria já são pais de família e trabalham para sustentá-las, como sendo conteúdos difíceis e sem nenhuma aplicação no seu dia a dia.

As atividades foram desenvolvidas baseadas na pedagogia de Jerome Seymour Bruner, através do currículo em espiral e da aprendizagem por descoberta. Baseando seu estudo em Bruner, Marques (2002) afirma que:

> O conceito de aprendizagem em espiral pode enunciar-se da seguinte forma: qualquer ciência pode ser ensinada, pelo menos nas suas formas mais simples, a alunos de todas as idades, uma vez que os mesmos tópicos serão, posteriormente, retomados e aprofundados mais tarde (Marques, 2002, p.4).

Bessa (2011), colaborando com o que vemos em Marques (2002) levanta afirmações sobre a aprendizagem por descoberta e teorias da aprendizagem:

> A aprendizagem para Bruner ocorre por experimentação, por descobertas constantes (realizadas por meio da exploração de alternativas), por ligações entre ideias apresentadas pelos professores no decorrer do processo de ensino e dos conhecimentos que o aluno já possui ao iniciar uma nova série. (Bessa, 2011, p.181).

De modo que este produto educacional visa uma aprendizagem ativa e uma maior interação entre aluno professor. Com uma série de atividades pré-estabelecidas, os alunos do Ensino Fundamental chegarão com uma série de competências no Ensino Médio e conseguirão notar a física explicada em sala de aula em seu dia a dia, seja em casa ou no trabalho.

Este presente produto educacional foi aplicado no mesmo ano em que uma pandemia atingia o planeta e as atividades estudantis estavam sendo executadas de forma remotas, então foi aplicado usando plataformas digitais, site, aplicativos mensageiros e de interação síncrona. Porém as atividades propostas podem perfeitamente ser executadas presencialmente como foram aplicadas remotamente, vale ressaltar que os conteúdos de mecânica e do eletromagnetismo foram escolhidas aqui para apresentação e validação do referencial teórico, porém e possível utilizar qualquer outro conteúdo de física desde que aplicados com base no propósito deste produto.

Este produto educacional foi apresentado juntamente com a Dissertação de Mestrado com o título “Sequencias didaticas em expiral como material alternativo de apoio, em situações de ensino, à educação de jovens e adultos” desenvolvido pelo Acadêmico Thiago Henrique Jerônimo por ocasião da conclusão do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), na Universidade Federal de Catalão (UFCat), com orientação do Professor Dr. Mauro Antônio Andreata.

As ações foram desenvolvidas no formato de Sequência Didática com a finalidade de posteriormente facilitar a interação entre professor e alunos, e professor professor, com uma série de atividades pré-estabelecidas, no final das quais, pretendeu-se que o aluno tivesse desenvolvido e aprendido de forma significativa pautada nos estudos de Jerome Seymour Brunner, acerca de uma aprendizagem por descoberta e currículo em espiral.

OBJETIVOS

Objetivos Gerais

- Amenizar os impactos do ensino de física para os alunos de EJA, com a utilização do currículo em espiral.
- Compreender a importância da Mecânica e do eletromagnetismo juntamente com

suas aplicações no cotidiano dos alunos.

- Fazer com que discentes entendam que já possuem conhecimentos em suas estruturas cognitivas e que estes servirão de apoio para o estudo dos novos conteúdos com a aprendizagem em espiral.

Objetivos Específicos

Deseja-se que o aluno seja capaz de:

- Adquirir suporte teórico para se desenvolver cognitivamente nos conceitos elementares da Mecânica e Eletromagnetismo.
- Desenvolver habilidades e competências que favoreçam a leitura e compreensão de situações problemas contextualizadas e de acordo com suas realidades.
- Adquirir a habilidade matemática específica que é necessária para operar sobre questões que envolvam cálculos de aceleração da gravidade conhecendo a altura do corpo e o tempo gasto no percurso, desde quando se solta o objeto, até o quando ele toca o solo.
- Adquirir a habilidade e compreensão das forças que atuam sobre as cargas elétricas presentes nos corpos.

PÚBLICO ALVO

Esta sequência didática foi planejada para ser ministrada para os alunos do nono ano do Ensino Fundamental na modalidade E.J.A, porém pode ser aplicada também para as turmas da primeira e terceira séries, se o professor se planejar para isso. Isso é possível, pois estamos fundamentados na teoria do currículo em espiral, de modo que o conteúdo pode ser trabalhado em séries antes da normalidade de sua aplicação.

RECOMENDAÇÕES INICIAIS AOS ALUNOS

Antes de iniciar as aulas dessa sequência, o professor deverá repassar algumas orientações aos alunos:

- Como se trata de uma mudança de comportamento pedagógico, pois estamos saindo dos métodos tradicionais de ensino-aprendizagem, os alunos poderão agir com

alguma estranheza, já que não estão acostumados com o Ensino Ativo, no qual as aulas serão desenvolvidas com muita participação de todos eles, os quais são sujeitos ativos nesse processo. Portanto os alunos deverão ser avisados desse fato.

RECOMENDAÇÕES AO PROFESSOR

É de extrema importância que o professor, ao desenvolver e aplicar essa sequência didática, tenha em mente que ele deve adaptá-la a sua realidade, para suas turmas e pensando na vivência de seus alunos.

É possível que apareça momentos de extrema insegurança por parte do professor que infelizmente está acostumado com uma forma muitas vezes passiva de ensinar. Cabe ao professor não desistir diante das primeiras provações, pois pensar em mudança, gera mudança, e nos retira de nossa zona de conforto.

É possivel que apareça estranheza por parte dos alunos diante das aulas, pois acostumados com as aulas anteriores, no mínimo sinal de mudança perceberão. Cabe ao professor conversar com os alunos e mostrar que o processo é novo, e como toda novidade é extremamente normal pensar dessa forma.

NÚMERO DE AULAS

São propostos cinco encontros para cada um dos temas, cada um desses encontros com duração de uma hora/aula. O quadro abaixo serve para ilustração das atividades, qualificação dos momentos bem como o tempo destinado à realização das mesmas. E ainda a fase do processo do ensino ativo, baseado no método dos currículos em espiral e aprendizagem por descoberta (teorias de Jerome Brunner).

Cabe ressaltar que os encontros aconteceram em período pandêmico, com a utilização de ferramentas que proporcionassem interação assíncrona e síncrona entre professor e alunos.

Tabela 1 - Tabela de divisão de aulas

Atividades	Momentos	Tempo
Fase: Introdutória e Avaliativa 1 e 2 – O professor através de leituras postadas na plataforma ou em sala de aula; e aula expositiva com os alunos, os questionará se já conhecem a temática e se sabem de alguma aplicabilidade daquilo em seus cotidianos.	Na plataforma online ou em sala de aula (fora de época de pandêmica); haverá momentos de leitura e discussão sobre o material da primeira aula. A avaliação será por meio de observação das atividades desenvolvidas pelos alunos.	Duas aulas
Fase: Experimento e Avaliação 3 e 4 - Realizar o experimento didático proposto desde a sua montagem, obtenção dos dados e análise dos fenômenos. O professor deve, a partir da escuta aos alunos, indicar o caminho para a validação de possíveis conjecturas.	Independente de período pandêmico, é interessante que os alunos realizem o experimento em casa. Anotem o que achar interessante e levem para a discussão por meio de plataformas digitais ou presencialmente.	Duas aulas
Fase: Devolutiva 5 – A partir da análise das	De forma síncrona por meio da plataforma de aulas online, ou dentro de	Uma aula

respostas aos questionários, o professor deve levantar pontos de discussão sobre o tema. Os alunos devem participar de forma ativa dessa etapa, sendo o professor apenas um mediador do processo de ensino – aprendizagem.	sala de aula (fora de tempos pandêmicos) haverá esse rico momento de diálogo.	

Fonte: elaborado pelos autores.

DESENVOLVIMENTO

Sabendo que cada escola tem suas realidades e particularidades, e entendendo também o período de pandemia, apresentamos aqui uma possibilidade de sequência didática.

PRIMEIRA AULA E SEGUNDA AULA

OBJETIVO

Situar os alunos no compreendimento da parte teórica e os avaliar dentro do que foi apresentado.

RECURSOS INSTRUCIONAIS

Lousa, aparelho com acesso à internet, ou em caso de pandemia conhecimentos sobre tecnologias digitais da informação e comunicação que influenciarão na efetiva interação professor e aluno.

DINÂMICA DA AULA

O professor deve iniciar com questionamentos que indiquem o caminho a ser tomado pelos alunos na compreensão teórica do conteúdo abordado, baseando-se na aprendizagem por descoberta de Bruner. Podendo recorrer assim à sua estrutura cognitiva buscando relações com o que possivelmente já sabe.

TERCEIRA E QUARTA AULA

OBJETIVO

Compreender e assimilar o conteúdo teórico com uma visualização prática, a partir da realização do experimento indicado.

RECURSOS INSTRUCIONAIS

Materiais para o experimento: Lousa, aparelho com acesso à internet, ou em caso de pandemia conhecimentos sobre tecnologias digitais da informação e comunicação que influenciarão na efetiva interação professor e aluno.

DINÂMICA DA AULA

Cada aluno deve realizar o experimento, seguindo o passo a passo indicado pelo professor, de forma a conseguir levantar hipóteses sobre o que acontecerá, e as anotar para que seja discutido juntamente com os demais colegas e o professor.

QUINTA AULA

OBJETIVO

Analisar os pontos levantados pelos alunos, validar os corretos e entender os possíveis erros nos falsos. Arrematar o conteúdo, esclarecer as dúvidas restantes e de forma objetiva retomar o que foi visto durante a semana.

RECURSOS INSTRUCIONAIS

Lousa, aparelho com acesso à internet, ou em caso de pandemia conhecimentos sobre tecnologias digitais da informação e comunicação que influenciarão na efetiva interação professor e aluno.

DINÂMICA DA AULA

O professor deve planejar meios de escuta aos alunos que levantarão suas anotações diante do experimento realizado. O objetivo dessa conversa é a troca de experiências entre alunos e auxílio por parte do professor para os últimos esclarecimentos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS DO PRODUTO EDUCACIONAL

Com a utilização desse produto educacional, espera-se que o professor tenha mais uma ferramenta que possa servir de apoio em todo o processo de ensino-aprendizagem em seu cotidiano.

Muitas vezes os professores são cobrados intensivamente por resultados, notas e desempenho dos alunos, mas pouco é feito em relação à auxilio pedagógico a esses profissionais, que infelizmente podem acabar perdendo o “brilho” de ensinar, começando a tratar as aulas de forma mecanizada.

Esperamos que cada profissional que tiver acesso a esse material, possa de acordo com sua realidade, adaptá-lo e utilizá-lo buscando reascender esse “brilho” e consequentemente melhorar sua didática dentro de sala de aula.

APÊNDICE 3

Experimento 1: Queda livre de corpos e aceleração da gravidade

OBJETIVO

Demonstrar aos alunos que através dos conhecimentos adquiridos em aula teórica sobre a queda livre dos corpos e a aceleração da gravidade, é possível obter a aceleração da gravidade experimentalmente em suas próprias casas ou escolas.

RECURSOS INSTRUCIONAIS

Materiais recicláveis ou descartáveis encontrados com facilidade em suas residências.

Materiais utilizados

- Trena, fita métrica ou régua.
- Objetos para se deixar cair e percorrer a altura escolhida pelo aluno até o solo, (esfera, vidro de plástico de remédio, chave, dentre outros)
- Ferramenta para medir o tempo (cronômetro digital, ou celular com aplicativo).
- Papel e caneta para anotação dos dados coletados.

Dinâmica da aula

Orientar os alunos a realizar o experimento deste modo:
Primeiramente eles devem copiar a seguinte tabela disponibilizada pelo professor:

Tabela 1 - Tabela disponibilizada aos alunos

TABELA PARA EXPERIMENTO: QUEDA LIVRE E ACELERAÇÃO DA GRAVIDADE			
Teste	Altura h (m)	Tempo t (s)	Aceleração g (m/s^2)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
Média	(m)	(s)	(m/s^2)

Fonte: elaborado pelos autores.

Em seguida, os alunos foram orientados a escolher uma altura entre 1 e 2 metros, já que abaixo de 1 metro dificulta a obtenção do valor exato do tempo e acima de 2 metros se torna perigoso, já que o aluno deverá subir em cima de alguma elevação.

Após a escolha da altura e já preenchida na coluna, (Altura h(m)), o aluno abandona o objeto escolhido por ele e cronometra o seu tempo de queda, completando a tabela na coluna, (Tempo t (s)).

Para o preenchimento da coluna, (Aceleração g (m/s^2)), é utilizada a seguinte equação para a aceleração da gravidade que deverá ser apresentada anteriormente em aula teórica:

$$g = \frac{2H}{t^2}$$

Espera-se que através do cálculo para a aceleração da gravidade, derivada da linha para a média dos dados coletados, seja o mais próximo do valor real para a aceleração da gravidade 9,8 m/s².

Após a realização deste experimento, o aluno deverá ser capaz de responder a um questionário individual sobre a temática do experimento, presente no anexo I.

APÊNDICE 4

Experimento 2: Eletroscópio de folhas.

OBJETIVO

Demonstrar aos alunos que através dos conhecimentos adquiridos em aula teórica sobre cargas elétricas é possível observar e estudar o comportamento das cargas elétricas e do corpo eletrizado através do eletroscópio de folhas, as forças de interação entre cargas positivas e negativas e o processo de eletrização por atrito e indução.

RECURSOS INSTRUCIONAIS

Através de materiais recicláveis ou descartáveis encontrados com facilidade em suas residências.

Materiais utilizados

- 1 pote de azeitona ou palmito, copo de sorvete, garrafinha de refrigerante ou qualquer recipiente fechado, transparente e contendo tampa.
- Aproximadamente 50 cm de fio de cobre rígido isolado com capa ou esmalte isolante.
- 1 folha de papel alumínio.
- Bastão e pistola de cola quente.
- 1 tesoura.
- 1 régua acrílica ou bastão de plástico.
- 1 pedaço de pano de lã ou seda.
- 1 martelo.
- 1 prego.

Dinâmica da aula

Os alunos foram orientados a realizar o experimento da seguinte forma:

1. Com o martelo e o prego, faça um furo no centro da tampa do pote, garrafa ou qualquer recipiente escolhido para o experimento.
2. Corte um pedaço do fio de cobre, de modo que ele fique com 3 centímetros de uma extremidade para fora do pote, e com 6 centímetros de sua outra extremidade acima do fundo do recipiente.
3. Em seguida desencape 2 centímetros da capa isolante do fio de cobre em ambas as extremidades.
4. Fixe o fio de cobre na tampa do recipiente com a cola quente atendendo as medidas da sequência 2 deste procedimento.
5. Dobre a parte desencapada da extremidade que ficou para dentro do pote em 90º, formando um apoio para o papel alumínio.
6. Com um pedaço de papel alumínio faça uma esfera com um diâmetro de aproximadamente 3 a 4 centímetros e a fixe na parte superior.
7. Recorte um pedaço de papel alumínio em formato de retângulo com 0,5 centímetros de largura e 4 centímetros de comprimento, em seguida dobre ao meio e prenda na parte desencapada da extremidade do fio de cobre dentro do recipiente e feche a tampa.
8. Use o pedaço de pano e atrite o com a régua ou pedaço de cano por algumas vezes.
9. Aproxime o material atritado pelo pano da esfera de papel alumínio e observe o fenômeno ocorrido.

Após a realização do experimento, o aluno deverá ser capaz de responder ao questionário individual sobre a temática do experimento presente no anexo II.

ANEXO I

QUESTIONÁRIO INDIVIDUAL – 9º ANO E.J.A

Experimento 1 – Queda livre dos corpos e aceleração da gravidade

PROFESSOR:_____

NOME:_____

Questão 1) Analisando as afirmações a seguir sobre o movimento de queda livre e assinale V caso as afirmações sejam verdadeiras e F caso sejam falsos.

D) ( ) A massa de um corpo influência no movimento de queda livre?

E) ( ) A aceleração da gravidade local atua nos corpos em queda livre?

F) ( ) No vácuo, uma pena e uma bola de golfe caem com a mesma velocidade em queda livre?

Questão 2) É possível determinar a aceleração da gravidade no exato local onde me encontro? Se sim, como?

ANEXO II

QUESTIONÁRIO INDIVIDUAL – 9º ANO E.J.A

Experimento 2 – Eletroscópio de folhas

PROFESSOR:_____NOM E:_____

Questão 1) Para as seguintes afirmações abaixo assinale V para as verdadeiras e F para as falsas:

D) ( ) Um corpo que tem carga positiva possui mais prótons do que elétrons.

E) ( ) Dizer que um corpo está neutro, é afirmar que ele possui o mesmo número de prótons e de elétrons.

F) ( ) É possível armazenar uma quantidade de carga elétrica gerada pelo atrito entre uma régua e um pano de lã.

Questão 2) Conforme sua resposta para a letra C da questão 1, explique o que impede o armazenamento de cargas elétricas geradas pelos atritos entre uma régua e um pano de lã, caso responda F, ou como seria possível o armazenamento dessa carga elétrica caso sua resposta foi V.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BESSA, Valeria da Hora. **Teorias da aprendizagem**. Valeria da Hora Bessa. 2. ed. – Curitiba: IESDE Brasil S.A., 2022. 264 p.

MARQUES, Ramiro. **A pedagogia de Jerome Bruner**. Consultado em http://www.eses.pt/usr/ramiro/docs/etica_pedagogia/A%20Pedagogia%20de%JeromeBruner.pdfacedidoem, v. 20, 2022.