



Physicae Organum

Instituto de Física - Universidade de Brasília

2021

Vol. 7

Número 2

Olavo Leopoldino da Silva Filho
EDITOR GERENTE

Marcello Ferreira
Editor Associado

Fábio Lombardo Evangelista
Editor Associado

Palton Lima Alves
Editor Júnior

Nota editorial

A presente edição teve sua composição final realizada posteriormente à sua publicação original, com o objetivo de padronização editorial e atribuição de identificadores digitais (DOIs) aos artigos. Esse processo não alterou o conteúdo dos trabalhos originalmente publicados.

A equipe desta edição foi composta por Olavo Leopoldino da Silva Filho como editor gerente, Marcello Ferreira e Fábio Lombardo Evangelista como editores associados, e Palton Lima Alves como editor júnior.

A equipe editorial agradece à Biblioteca Central da Universidade de Brasília (BCE/UnB) pelo apoio na configuração e no registro dos DOIs da revista, especialmente à bibliotecária Luísa Chaves Café.

— Leonardo Luiz e Castro, responsável pela composição final, 2026

Editorial Note

This issue had its final composition prepared after its original publication, with the aim of editorial standardization and the assignment of digital object identifiers (DOIs) to the articles. This process did not alter the content of the originally published works.

The editorial team for this issue consisted of Olavo Leopoldino da Silva Filho (Managing Editor), Marcello Ferreira and Fábio Lombardo Evangelista (Associate Editors), and Palton Lima Alves (Junior Editor).

The editorial team thanks the Central Library of the University of Brasília (BCE/UnB), especially librarian Luísa Chaves Café, for their support in configuring and registering the journal's DOIs.

— Leonardo Luiz e Castro, responsible for the final composition, 2026

Apresentação

Este é um número especial da Revista *Physicae Organum*. Nele apresentamos uma importante colaboração com o Instituto Federal Catarinense, visando a publicação de trabalhos realizados pelos seus alunos, orientados pelos professores que ali atuam. Trata-se do início de uma estratégia de expansão que a *Physicae Organum* irá empreender, de modo a nacionalizar ainda mais suas publicações. Este número, portanto, contou com a contribuição inestimável do prof. Fábio L. Evangelista como Editor Associado, responsável por organizar o material vindo do Instituto Federal Catarinense. Por outro lado, estamos honrados e emocionados em publicar um artigo, in memoriam, do saudoso professor Ivan Soares Ferreira, recentemente falecido ainda em pouca idade, mas que muito nos deixa em exemplo de cientista e professor. Como amigo pessoal do professor Ivan, acredito (O.L.S.F) que não poderia haver maior honra do que contar, mais uma vez, com um seu artigo.

Nós, editores, esperamos poder continuar sempre a trazer para todos as diversas ações de estudantes e seus orientadores, seja de graduação ou pós-graduação, para leitores de todo o país.

Atenciosamente,

Os Editores.

Sumário

1	USO DE SIMULAÇÕES VIRTUAIS E EXPERIMENTOS NA DOCÊNCIA	1
2	RADIAÇÃO DE CORPO NEGRO	15
3	ESTUDO DA TERMODINÂMICA SOB UMA PERSPECTIVA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	33
4	ESTUDO DA CONSERVAÇÃO DA ENERGIA MECÂNICA COM O AUXÍLIO DO SOFTWARE EDUCACIONAL MODELLUS	50
5	ENSINO DE FÍSICA ATRAVÉS DO USO DE MATERIAIS POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVOS	63
6	ENSINO DE FÍSICA PARA O PRIMEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO NA RESIDÊNCIA PEDAGÓGICA COM A UTILIZAÇÃO DA PLATAFORMA ARDUINO	79
7	TEORIA DE PIAGET E EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE ELETROMAGNETISMO	109
8	CONSTRUÇÃO DE UM CIRCUITO DE LEDT'S COM ARDUINO COMO ESTRATÉGIA PARA PROMOVER MOTIVAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICAL	124
9	A Função de Distribuição de Velocidades de Maxwell-Boltzmann em Detalhes	134
10	Proposta de Automação do Observatório Astronômico Luiz Cruls	150
11	INVESTIGAÇÃO E TDIC NO ENSINO E NA APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS	164



USO DE SIMULAÇÕES VIRTUAIS E EXPERIMENTOS NA DOCÊNCIA: Conservação da energia mecânica e colisões mecânicas.

E. A. BÖHLKE¹, F. L. EVANGELISTA¹, L. L. ALVARENGA¹

¹Licenciatura em Física, Instituto Federal Catarinense - Campus Concórdia.

Resumo

Este trabalho descreve e analisa, na perspectiva da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, as atividades realizadas na turma 1ª D do Curso Técnico em Agropecuária Integrado ao Ensino Médio. O local de realização foi no Instituto Federal Catarinense (IFC) Campus Concórdia, no período de 04/09/2019 a 30/10/2019. Nesse período, foram ministradas oito encontros semanais de duas horas-aula cada, sendo um de prática laboratorial. Esse estágio concerne a realização do programa Residência Pedagógica, que oportunizou aos alunos residentes experiências e aprendizados para a carreira docente. O conteúdo ministrado foi trabalho de uma força, energia mecânica e sua conservação, quantidade de movimento e colisões mecânicas e as ferramentas metodológicas utilizaram-se de experimentos e simulações virtuais no ensino de física. Como resultado, verificou-se que os alunos demonstraram maior interesse e espontaneidade no decorrer das aulas, indicando estarem mais descontraídos, confortáveis, sem constrangimento e sem formalidades no ambiente de sala de aula.

Palavras-chave: Experimentação. Simulação virtual. Aprendizagem significativa.

I. INTRODUÇÃO

Este trabalho, ocorrido no Instituto Federal Catarinense (IFC) Campus Concórdia, trata das atividades pedagógicas realizadas no Programa de Residência Pedagógica junto ao curso de Licenciatura em Física. O intuito do programa é de proporcionar ao licenciando experiência e acompanhamento prático das atividades relacionadas a uma futura área de atuação. Através da docência, o residente é levado a observar e analisar o ambiente escolar, os materiais didáticos utilizados, comportamento e interação dos alunos, permitindo desenvolver um olhar crítico de suas atividades e metodologias.

Com relação as atividades didáticas aplicadas, ocorreram em um período de 16 aulas com duração de 45 minutos cada, bem como 4 monitorias realizadas extraclasse. Durante o período de docência foram abordados os temas de trabalho de uma força, energia mecânica

e sua conservação, quantidade de movimento e colisões mecânicas. A oficina didática referiu-se a conservação da energia mecânica e colisões mecânicas, na qual utilizou-se experimentos e simulação virtual.

O embasamento teórico utilizado pautou-se na Aprendizagem Significativa de David Ausubel, experimentação e uso de tecnologias no ensino de física.

O objetivo geral é descrever e analisar na perspectiva da Aprendizagem Significativa de David Ausubel as atividades realizadas na turma 1^o D do Curso Técnico em Agropecuária Integrado ao Ensino Médio.

Os objetivos específicos são:

- O Levantar os conhecimentos prévios dos alunos com relação aos temas abordados;
- O Utilizar exemplos do cotidiano como organizadores prévios;
- O Utilizar experimentos como parte do processo de aprendizagem;
- O Demonstrar conceitos de conservação da energia mecânica e colisões mecânicas por meio de simulações virtuais.

Com relação a organização deste relatório apresenta-se: na segunda seção descreve-se o ambiente institucional em que as atividades foram realizadas, bem como os documentos analisados. Na terceira seção apresenta-se o referencial teórico e uma breve explicação do Programa Residência Pedagógica (RP). Na quarta seção, estão descritas as atividades em sala de aula, oficina didática, monitorias e aulas de recuperação paralela. Na última seção, apresentam-se as considerações finais deste trabalho e apontamentos do autor.

II. ASPECTOS METODOLÓGICOS

As atividades de docência foram desenvolvidas junto a turma 1D do Curso Técnico em Agropecuária Integrado ao Ensino Médio do Instituto Federal Catarinense Campus Concórdia, sendo composta por 38 alunos. O conteúdo a ser trabalhado durante as aulas, foi definido com o professor regente, seguindo cronograma do plano de ensino apresentado no PPC do curso.

O período de docência se dividiu em dezesseis aulas com duração de 45 minutos cada, das quais, quatorze aulas teóricas em sala de aula e duas em oficina didática. As aulas foram ministradas nos dois primeiros períodos do turno vespertino das quartas-feiras. Além das aulas, foram realizados quatro períodos de monitoria, a fim de auxiliar os alunos em suas dúvidas.

A oficina didática foi realizada no dia 23 de outubro de 2019, abordando o tema de conservação da energia mecânica através do experimento de looping e um experimento com energia potencial elástica. Outra parte da oficina, abordou o tema de conservação da quantidade de movimento, utilizando o simulador PhET. Acredita-se que a utilização de atividades experimentais motiva o aluno a relacionar conceitos e linguagens com o mundo empírico, propõem um olhar crítico durante a demonstração e resultados (SÉRÉ; COELHO; NUNES, 2003).

III. DISCUSSÃO TEÓRICA

Nesta seção, apresenta-se o referencial teórico escolhido para embasar e orientar as atividades desenvolvidas na Residência Pedagógica. Para a docência utilizou-se a aprendizagem significativa de David Ausubel, bem como a realização de experimentos no ensino de física e a utilização de tecnologias.

III.1. RESIDÊNCIA PEDAGÓGICA

O programa de Residência Pedagógica (RP), integra a Política Nacional de Formação de Professores com objetivo de aperfeiçoar a formação prática, levando o residente ao convívio no ambiente da escola básica, proporcionando ao licenciado habilidades e competências para o trabalho como docente (BRASIL, 2018).

O convívio com o ambiente escolar proporciona aos alunos residentes experiências através de atividades como o acompanhamento de aulas e a intervenção em sala de aula, sendo orientado por um docente da instituição do curso superior (ibid.).

Relacionar a teoria que se é ensinada no curso de licenciatura com a prática da RP, aperfeiçoa e fortalece a formação do aluno de licenciatura, através da coleta de dados e diagnósticos do ensino e aprendizagem escolar, bem como a visão de didáticas e metodologias utilizadas pelo professor regente da turma acompanhada (ibid.).

O programa Residência Pedagógica, oferece também aos residentes, coordenador institucional, docente orientador e ao preceptor, modalidades de bolsas que servem como auxílio na elaboração das atividades (ibid.). No IFC Campus Concórdia, são 9 (nove) alunos do curso Licenciatura em Física envolvidos no programa, destes, 8 (oito) são bolsistas remunerados e 1(um) voluntário.

III.2. APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL

Segundo a teoria cognitivista de David Ausubel, a aprendizagem, a quem denominou de aprendizagem significativa, só é possível quando um novo conteúdo é relacionado com aquilo que o estudante já sabe. Defende-se que, a partir desta relação, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva (MOREIRA, 2011, p.14).

Salienta-se, neste contexto, a importância de identificar os subsunçores, conhecimento prévios do aluno, visto que caracterizam a ideia-âncora ou ponto de partida do processo de ensino. Tal tarefa é de responsabilidade do professor que pode se utilizar de instrumentos didáticos, como pré-teste ou questionários preliminares, a fim de averiguar qual o subsunçor presente na estrutura cognitiva do estudante que facilita a significação de novos conteúdos (ibid.).

O professor também pode fazer uso dos organizadores prévios, na introdução de conteúdos, especialmente quando os alunos não apresentam subsunçores adequados para a aprendizagem de um novo conceito. O propósito de um organizador prévio, que pode ser expositivo ou comparativo, é evidenciar para o aluno a relação entre o conhecimento a ser estudado e seus conhecimentos prévios (ibid.).

Percebe-se que a aprendizagem significativa se contrapõe à aprendizagem mecânica. O ensino mecânico privilegia a memorização de conceitos e o armazenamento de novas informações, sem interação com outras já existentes. Por sua vez, quem aprende de forma significativa, organiza e reorganiza sua estrutura cognitiva, pois é estimulado a construir inter-relações entre os subsunçores e o novo campo de conhecimento (ibid.).

Além disso, pode-se dizer que a aprendizagem significativa é progressiva, não se dá de forma imediata, uma vez que, envolve a captação e reconciliação de novos significados. Outras condições necessárias à aprendizagem significativa incluem a existência de subsunçores adequados, a predisposição do aluno para aprender e a mediação do professor (ibid.).

III.3. EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA

A utilização da experimentação nas aulas de Física nas escolas públicas tornou-se um grande desafio. Às vezes pelo professor regente não estar preparado para trabalhar com o instrumento, ou pelo fato de muitas instituições não possuírem um laboratório com recursos necessários para serem usados.

Com a utilização das atividades experimentais, o aluno é motivado a relacionar conceitos e linguagens com o mundo empírico, propondo um olhar crítico durante a demonstração e resultados (SÉRÉ; COELHO; NUNES, 2003). O experimento pode ser classificado como um complemento pedagógico, sendo um fator motivador, associando a teoria com a prática. O docente pode apresentar situações em que o aluno possa relacionar com o cotidiano e outras disciplinas para facilitar a compreensão (ALISON; LEITE, 2016).

Por mais simples que o experimento seja, este apresenta um papel diferente na aprendizagem, apresentando uma visão positiva em relação a disciplina de Física que por vezes não é atraente para os alunos. Ainda, pode ser proposto que os alunos montem seu próprio experimento, instigando-os a entender o funcionamento de modo geral (SÉRÉ; COELHO; NUNES, 2003).

III.4. USO DE TECNOLOGIAS E SIMULADORES NO ENSINO DE FÍSICA

A fim de superar as aulas tradicionais, as novas tecnologias têm sido cada vez mais utilizadas pelos professores de Física. O computador tornou-se um aliado do docente devido à quantidade de recursos que oferece, entre eles a modelagem de dados, construção e análise de gráficos e, principalmente, as animações e simulações virtuais (PIRES JÚNIOR, 2014).

Entre as vantagens do uso de simulações virtuais destaca-se o estímulo para que o aluno compreenda conceitos abstratos a partir da visualização dos mesmos, em um ambiente simulado, que possibilita a interação e a manipulação de parâmetros, sem o uso de equações matemáticas. Além disso, não se pode negar o caráter atrativo dos ambientes virtuais, visto que muitos estudantes demonstram interesse e prazer ao trabalhar com ferramentas computacionais (ibid.).

Desta forma, as simulações virtuais são importantes instrumentos educacionais que podem complementar as aulas expositivas e facilitar a demonstração. Graças ao seu caráter interativo, as animações são uma alternativa aos desenhos, esquemas e projeções de imagens.

O aluno ainda pode observar a evolução do fenômeno estudado, repetindo sempre que necessário (ibid.).

Além disso, as simulações virtuais são uma alternativa à experimentação. Muitos experimentos podem ser simulados com o auxílio do computador, frente às dificuldades relacionadas às condições estruturais das escolas brasileiras, visto que muitas não possuem laboratório de Física ou material adequado (ibid.). A versatilidade dos softwares, a referência visual e a multifuncionalidade dos ambientes virtuais caracterizam-no como um ambiente de investigação científica, que melhora a interação entre professor e o aluno com o objeto de conhecimento (MACÊDO; DICKMAN; ANDRADE, 2012).

Um dos ambientes virtuais entre professores de Física é o Physics Education Technology (PhET), desenvolvido pela Universidade do Colorado nos Estados Unidos. O PhET é uma plataforma educacional cujo objetivo é promover, a professores e estudantes, modelos de fenômenos físicos de maneira acessível, ao mesmo tempo em que conecta conhecimento teórico com atividades do cotidiano (ARANTES; MIRANDA; STUART, 2010).

Os recursos fornecidos pelo PhET envolvem uma variedade de simulações sobre diferentes tópicos como movimento, trabalho, energia e potência, eletricidade e magnetismo. Outras vantagens incluem a facilidade de acesso e de manipulação dos ambientes virtuais, bem como a interatividade e ferramentas que permitem alterar os parâmetros dos experimentos demonstrados que, quando utilizados de forma coerente pelo professor, levam a construção de hipóteses e novas teorias por parte do aluno (ibid.).

Assim, o PhET representa um recurso didático a ser explorado no desenvolvimento de competências, aquisição de novos conhecimentos, reforço de ideias e conceitos teóricos, além da reflexão sobre fenômenos da ciência. O uso da ferramenta depende do objetivo assumido pelo professor, seja em aulas expositivas, trabalhos em grupo, laboratório ou até mesmo avaliação de conhecimentos prévios (ibid.).

IV. RESULTADOS

IV.1. DOCÊNCIA

A docência foi iniciada no dia 04 de setembro de 2019 e teve término no dia 30 de outubro de 2019. Para cada aula foi realizado um planejamento, conforme registrado nos planos de aula.

Na primeira aula, o professor regente apresentou o aluno residente para a turma e passou a palavra ao mesmo. O residente explicou como seriam as aulas, a oficina e os critérios de avaliação utilizadas. Num primeiro momento, foi feita uma verificação sobre o que os alunos entendiam com relação ao tema trabalho de uma força e potência mecânica. Buscou-se estimular os subsunçores dos estudantes relacionando as novas informações com os conhecimentos prévios, a fim de estimular um ambiente em que o aluno aprenda de maneira não arbitrária (MOREIRA, 2011). Após, deu-se início a apresentação e explicação do conteúdo utilizando o projetor de mídia, demonstrando conceitos e equações que descrevem os fenômenos físicos apresentados.

Dando sequência a aula, o residente apresentou como é realizado o trabalho de uma força e a definição de potência (Figura 1). Para finalizar a aula, foram resolvidos exemplos

no quadro branco, além de uma lista de exercícios para discussão e prática. Nessa aula os alunos interagiram e apresentaram indagações que contribuíram com o andamento da aula.



Figura 1: *Residente durante atividade de docência.*

Fonte: O autor (2019).

No segundo dia de aula, foi realizado uma breve revisão do conteúdo da aula anterior. Em seguida, foi questionado aos alunos sobre o que entendiam por energia mecânica, conteúdo a ser trabalhado na aula. Apresentou-se os tipos de energia existentes e exemplificou-se com o cotidiano dos alunos, por exemplo as fontes energéticas transformadas em energia elétrica. Deste modo oportunizando organizadores prévios entre o conteúdo a ser estudado e os conhecimentos preexistentes (ibid.). O tema aprofundado na aula foi a energia mecânica conservativa, que é dividida em energia potencial elástica, energia potencial gravitacional e energia cinética.

Para finalizar a aula, foi entregue uma lista contendo exercícios para prática em sala de aula e extraclasse (Figura 2). A apresentação dos conceitos foi realizada com uso de projetor de mídia, além da utilização do quadro branco e caneta para demonstrar exemplos e equações.



Figura 2: *Auxílio na resolução de exercícios.*
Fonte: O autor (2019).

Nas aulas seguintes, o residente fez uma breve revisão do conteúdo trabalhado na aula anterior, e procurava levantar o conhecimento prévio dos alunos através de indagações sobre qual a visão dos alunos em relação aos conceitos a serem abordados. Ao apresentar os conceitos e equações, eram elaboradas algumas questões para resolução com o auxílio do residente.

Ao abordar o tema de conservação da energia mecânica durante a terceira aula, foi utilizado o experimento virtual PhET (Figura 3) como ferramenta de auxílio para visualização do fenômeno físico. O simulador apresenta-se como um estímulo para que o aluno tenha mais chances de compreender os conceitos abstratos a partir da visualização, em um ambiente virtual (PIRES JÚNIOR, 2014). Foi possível demonstrar a transformação da energia potencial gravitacional em energia cinética e vice-versa, com a simulação de um skatista em uma rampa com looping.

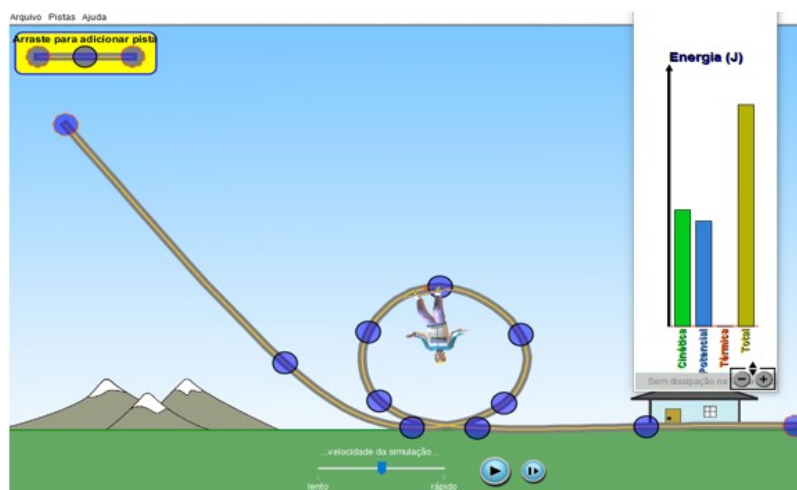


Figura 3: Simulador PhET Conservação da energia mecânica.
Fonte: O autor (2019).

Na sexta semana de aula ao abordar o tema de quantidade de movimento e colisões mecânicas, foi novamente utilizado o simulador virtual PhET, o que possibilitou demonstrar um exemplo de colisões elástica, inelástica e parcialmente elástica (Figura 4). Através do simulador podemos associar o conhecimento teórico com atividades do cotidiano, com a facilidade de acesso e de manipulação dos ambientes virtuais, bem como a interatividade e ferramentas que permitem alterar os parâmetros dos experimentos demonstrados (ARANTES; MIRANDA; STUDART, 2010).

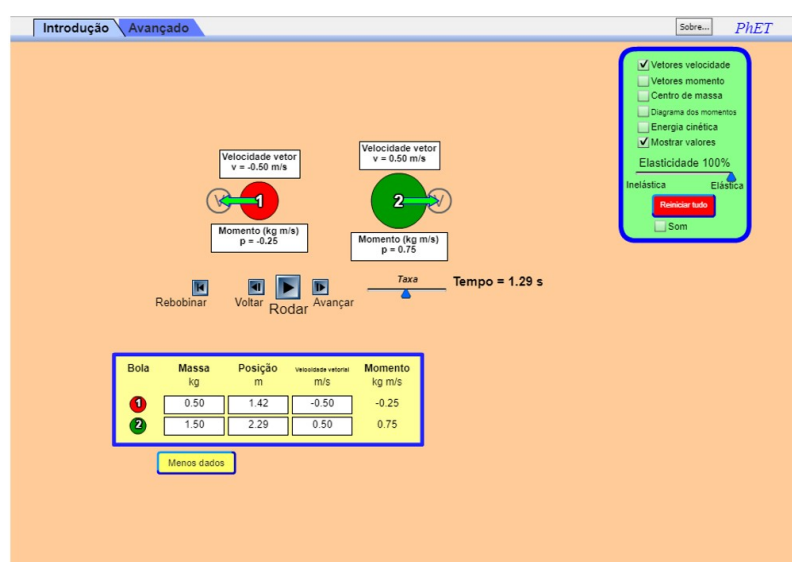


Figura 4: Simulador PhET Colisões mecânicas.
Fonte: O autor (2019).

Nessa aula, os alunos resolveram alguns problemas propostos, em seguida utilizaram os valores de massas e velocidades encontradas no simulador para visualizar o fenômeno e obter os dados após as colisões.

No decorrer das aulas, os alunos manifestaram interesse nos conteúdos, procurando sempre que possível sanar suas dúvidas. Eles demonstraram respeito com o residente, que em poucos momentos teve que chamar a atenção para não dispersarem.

IV.2. AULA DE RECUPERAÇÃO PARALELA E MONITORIA

Na quarta semana de aula, os temas abordados nas aulas anteriores foram revisados como forma de recuperação paralela. Foram retomados os conceitos, equações e realizado a resolução de exercícios. A recuperação paralela é um direito dos alunos conforme apresentado no PCC do curso.

Além da recuperação paralela no período de aula, foram realizadas aulas de monitoria em quatro períodos de uma hora e trinta minutos cada, com horários combinados entre professor regente, residente e alunos. As atividades de monitoria não eram obrigatórias aos alunos, mas servia para sanar as dúvidas com relação aos conteúdos trabalhados em sala de aula. Durante as monitorias o residente auxiliou no total onze alunos na resolução de exercícios, propôs novos problemas e realizou a correção de exercícios disponíveis nas listas (Figura 5).



Figura 5: Alunos no momento de monitoria.

Fonte: O autor (2019).

Nos quatro períodos de monitoria foram trabalhados os assuntos sobre trabalho de uma força e potência mecânica; energia mecânica e sua conservação; impulso e quantidade de movimento; e, colisões mecânicas. Para esses períodos o residente utilizou apenas quadro branco e caneta, além da exposição oral.

IV.3. OFICINA

Na aula que antecedeu a oficina ficou combinado com os alunos para que eles se dirigissem ao laboratório de ensino de física, local em que o residente realizou as atividades. Os alunos foram divididos em 6 grupos para realização da oficina.

Foi aplicado um roteiro que continha no início de cada etapa, questões conceituais de previsão dos alunos sobre o que aconteceria no experimento. Nessas questões os alunos apresentaram seus conhecimentos prévios. O residente iniciou as atividades lendo o roteiro e explicando como proceder com as atividades.

Como haviam dois experimentos para as atividades, quatro grupos iniciaram a oficina didática com o uso do simulador PhET, trabalhando o assunto de quantidade de movimento através de colisões mecânica, sendo elas, colisão elástica, parcialmente elástica e inelástica. Cada um dos grupos tinha acesso a um ou dois notebook para acessar o simulador (Figura 6). Nessa atividade foram fornecidos dados de velocidade e massa das partículas antes de uma colisão, bem como o coeficiente de restituição. Com esses dados, os alunos puderam realizar a simulação, e com isso, obter os dados de velocidade das partículas após a colisão.

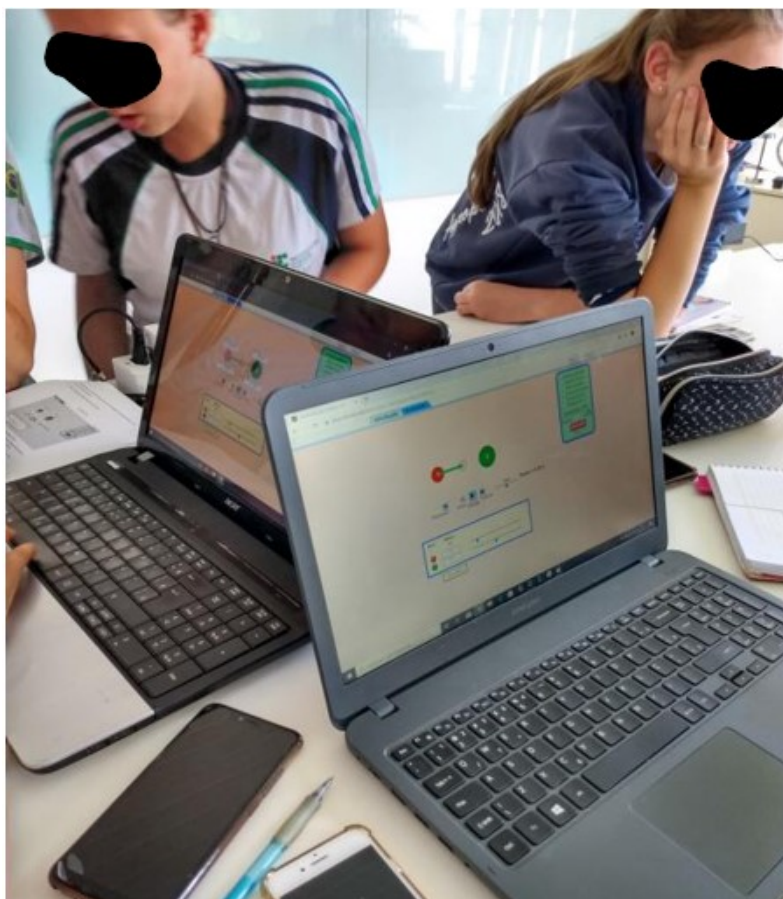


Figura 6: *Alunos utilizando o simulador PhET.*
Fonte: O autor (2019).

Em outra parte da oficina, o tema abordado foi a conservação da energia mecânica. Para iniciar a atividade, os alunos responderam três questões descritivas (Figura 7) com base na observação da atividade que envolveu o instrumento de looping.

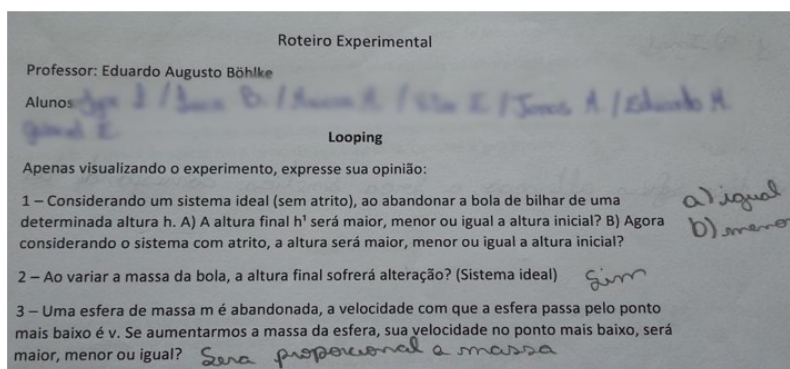


Figura 7: Levantamento do conhecimento prévio dos alunos.

Fonte: O autor (2019).

Em seguida, os alunos passaram a manusear o experimento, seguindo conforme o roteiro, no qual puderam observar a transformação da energia potencial gravitacional em energia cinética e vice-versa. Os alunos foram instigados a descobrirem a altura mínima de lançamento necessária para que uma bola de bilhar realizasse o looping (Figura 8).



Figura 8: Alunos manuseando o experimento de looping.

Fonte: O autor (2019).

Com a realização do experimento, os alunos anotaram dados como a altura de lançamento e a altura atingida após o looping. Os dados obtidos pelos alunos, foram aplicados nas equações trabalhadas durante as aulas, com o intuito de encontrar o valor da energia mecânica do sistema, a velocidade da esfera e a energia dissipada.

Dando sequência à oficina, os alunos puderam manejar outro experimento que demonstrava a conservação da energia mecânica, no qual ao abandonar uma esfera do topo do experimento, a energia potencial gravitacional transformava-se em energia cinética, e esta última em energia potencial elástica (Figura 9). Este experimento foi construído pelo residente.

Antes de realizarem o experimento, os alunos responderam questões descritivas a respeito da conservação da energia mecânica, levando em conta a deformação da mola e a velocidade da esfera. Após, realizaram o lançamento de uma esfera de aço em alturas variadas e anotaram os dados de deformação da mola. Utilizando a constante elástica da mola, já determinada pelo professor e os dados obtidos no experimento, os alunos calcularam os valores para as energias potencial gravitacional, potencial elástica e cinética.



Figura 9: Experimento de conservação da energia mecânica.
Fonte: O autor (2019).

Ao final da oficina didática, os alunos entregaram os roteiros preenchidos para o residente. Com relação a avaliação foram utilizados o preenchimento dos roteiros, a interação e participação dos alunos. De maneira geral os estudantes se mostraram empenhados e animados na realização das atividades, debatendo os assuntos nos pequenos grupos.

V. CONSIDERAÇÕES

As atividades realizadas na Residência Pedagógica e validadas nas disciplinas de Estágio supervisionado I e II, proporcionaram ao aluno residente vivenciar e interagir com o ambiente de uma sala de aula, constatando as potencialidades e obstáculos encontrados na profissão docente. Nesse contexto, foi possível perceber uma profícua interação entre professor e aluno, auxiliada pela didática de trabalho.

Durante a realização das atividades, verificou-se que os alunos apresentavam-se desinibidos ao promoverem questionamentos no início de cada conteúdo trabalhado. Tal fato, facilitou aos alunos a exposição de suas concepções, mesmo que utilizando a linguagem informal do seu senso comum. Este fator contribuiu para o bom andamento das aulas, despertando maior interesse por parte dos alunos. Neste aspecto, este trabalho foi ao encontro do que Moreira (2011) defende, ao falar que a identificação dos subsunçores caracteriza

uma ideia-âncora para o processo de ensino, a qual deve ser identificada pelo professor previamente.

A utilização do simulador virtual, em alguns momentos, ampliou o olhar do aluno, auxiliando na assimilação dos conceitos e as relações com o cotidiano. Com isso, a visualização das colisões mecânicas e conservação da energia mecânica foi facilitada, induzindo o olhar discente a uma compreensão comum do assunto abordado. Para tanto utilizou-se de softwares disponíveis no ambiente virtual PhET Colorado. O uso deste recurso vem da necessidade conectar os saberes teóricos com atividades práticas do cotidiano, além de oferecer fácil manipulação ao permitir alterar o valor das variáveis do experimento, proporcionando um ambiente favorável à construção de hipóteses e realização de testes (ARANTES; MIRANDA; STUDART, 2010).

Em outras palavras pode-se dizer que a utilização da experimentação na oficina didática, proporcionou aos alunos uma visão diferenciada do assunto tratado, motivando-os a relacionar conceitos e linguagens com o mundo empírico, propondo um olhar crítico durante a demonstração e resultados (SÉRE; COELHO; NUNES, 2003).

Pode-se destacar ainda que a utilização de experimentos e simuladores auxiliou no processo de ensino aprendizagem. Tal metodologia proporcionou uma visão diferenciada, mas não completa dos conceitos, visto à necessidade de sua correlação com a realidade. Entende-se que se limitar a essas formas de ensino, pode restringir o aprendizado. Para tanto, o residente disponibilizou-se a atendimentos extraclasse para auxiliar nas dificuldades de aprendizado persistentes.

Por fim, com relação a experiência vivida como residente, a sala de aula ajudou em uma possível escolha do seu futuro profissional, podendo analisar sua adaptação com o meio ou até planejando dinâmicas e métodos diferenciados para serem abordados. As atividades desenvolvidas proporcionaram uma experiência intensa e inspiradora.

REFERÊNCIAS

ALISON, Rosane Brum; LEITE, Álvaro Emílio. Possibilidades e dificuldades do uso da experimentação no ensino da física. *Cadernos Pde*, Paraná, v. 1, n. 1, p.8-8, jan. 2016. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2016/2016_artigo_fis_utfpr_rosanebrumalison.pdf>. Acesso em: 23 set. 2019.

ARANTES, Alessandra Riposati; MIRANDA, Márcio Santos; STUDART, Nelson. Objetos de aprendizagem no ensino de física: usando simulações do phet. *Física na Escola*, S/1, v. 11, n. 1, p.27-31, abr. 2010. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol11/Num1/a08.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2019.

BRASIL. Programa de Residência Pedagógica. 2018. Disponível em: <http://www.capes.gov.br/pt/educacao-basica/programa-residencia-pedagogica>. Acesso em: 12 jun. 2019.

DOCA, Ricardo Helou; BISCUOLA, Gualter José; BÔAS, Newton Villas. *Física 1: Mecânica*. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2016. 19 p.

GASPAR, Alberto. *Compreendendo a Física*. São Paulo, Ática, 2012.

INSTITUTO federal catarinense campus Concórdia (Brasil) (Org.). *Projeto pedagógico do curso técnico em agropecuária integrado ao ensino médio*. 2016. Disponível em: <<http://concordia.ifc.edu.br>>. Acesso em: 12 jun. 2019;

LUZ, Antônio Máximo Ribeiro da; ALVARENGA, Beatriz Gonçalves de. *Curso de física*. v.1. 6. ed. São Paulo: Scipione, 2005.

MACÊDO, Josué Antunes de; DICKMAN, Adriana Gomes; ANDRADE, Isabela Silva Faleiro de. Simulações computacionais como ferramentas para o ensino de conceitos básicos de eletricidade. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*. Florianópolis, v.29, n. 1, p. 562- 613, set. 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/viewFile/2175-7941.2012v29nesp1p562/22936>>. Acesso em: 19 nov. 2019.

MOREIRA, Marco Antonio. *Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares*. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

PIRES JÚNIOR, Ecílio Oliveira. *A utilização de simulações virtuais no processo de ensino-aprendizagem de Física*. João Pessoa: UEPB, 2014. Disponível em: <<http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/5406/1/PDF%20-%20Ec%C3%ADlio%20Oliveira%20Pires%20J%C3%BAnior.pdf>>. Acesso em: 19 nov. 2019.

RAMALHO, Francisco Junior; FERRARO, Nicolau Gilberto; SOARES, Paulo Antônio de Toledo. *Os fundamentos da Física*. São Paulo, Moderna, 2009.

SÉRÉ, Marie-Geneviève; COELHO, Suzana Maria; NUNES, Antônio Dias. O papel da Experimentação no ensino da Física. *Caderno Brasileiro do Ensino da Física*, Porto Alegre, v. 20, n. 1, p.30-42, abr. 2003. Disponível em:<<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/viewFile/6560/6046>>. Acesso em: 02 jun. 2019.



RADIAÇÃO DE CORPO NEGRO: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE FÍSICA MODERNA COM LABORATÓRIOS VIRTUAIS

D. B. SILVA¹, J. PERUZZO¹, F. L. EVANGELISTA¹, L. L. ALVARENGA¹

¹Licenciatura em Física, Instituto Federal Catarinense - campus Concórdia

Resumo

Este trabalho foi realizado dentro do âmbito do programa de residência pedagógica, desenvolvido nas dependências do instituto catarinense campus concórdia, e teve por objetivo o estudo da viabilização da utilização de simulações disponíveis na internet no ensino de física, bem como avaliação do processo educativo por meio dos experimentos virtuais. O trabalho foi fundamentado na teoria de ensino de Jerome Bruner que visa em propiciar ao aluno um ambiente facilitador do processo de ensino-aprendizagem, resultando em uma considerável melhora de interesse e participação dos alunos nos conceitos apresentados e desenvolvidos em sala de aula.

Palavras-chave: Residência Pedagógica. Simulações Virtuais. Teoria de Ensino de Bruner.

I. INTRODUÇÃO

O trabalho a seguir é oriundo do Programa de Residência Pedagógica do Instituto Federal Catarinense campus Concórdia. O presente relatório é a persecução e execução do planejamento feito conjuntamente com o professor regente da turma em que o estagiário desenvolveu as atividades do estágio de docência, em que foi proposta uma potencial ferramenta para ensino de física moderna no ensino médio. Essa ferramenta consiste na utilização de simulações encontradas na internet para a explicação de um fenômeno chamado Radiação de Corpo Negro em um novo cenário em que as possibilidades de acontecimentos são, de certa forma, mais maleáveis, sendo na forma de uma animação que produz um gráfico. De acordo com as mudanças feitas pelo usuário nas equações, isso é possível utilizando-se conceitos de Mecânica Quântica juntamente com a Curva de Wien.

Utilizando-se esta animação procura-se preencher as lacunas na mente dos alunos que ainda persistem pós explicação teórica em sala de aula, de forma que o conhecimento solidifique-se e que o aluno assimile os conceitos da matéria mais eficientemente.

A Animação Iterativa Espectro de Corpo Negro foi desenvolvido pela plataforma Phet-Colorado, com o intuito de, principalmente, aproximar-se da descrição das variáveis envolvidas nas situações determinantes do fenômeno da espectrometria das radiações emitidas pelos corpos negros. A ferramenta foi escolhida em consonância com o referencial teórico, o qual preza pela escolha de um ambiente que leve os alunos a questionarem o porquê e como está acontecendo determinado evento. A turma em que foi realizada a oficina era do terceiro ano do Curso Técnico em Informática para Internet Integrado ao Ensino Médio. Então, nada melhor, para deixar os alunos confortáveis, do que trabalhar o conteúdo em um ambiente que eles conheçam e seja familiar para os mesmos.

Como objetivo geral procurou-se avaliar o emprego de animações interativas abordando conceitos de física moderna e mecânica quântica, de forma que estes se tornem mais visuais. Para tanto, os objetivos específicos foram estabelecidos da seguinte forma:

- Produzir uma aula explicativa sobre os conceitos iniciais denominada: Introdução à Mecânica Quântica;
- Desenvolver uma Oficina Didática para o trabalho com a animação interativa utilizando-se do Laboratório de Informática da Instituição;
- Elaborar e aplicar um questionário referente à aplicação da Oficina Didática;

II. ASPECTOS METODOLÓGICOS

A turma em que foram desenvolvidas as atividades da Residência Pedagógica, foi a turma de terceiro ano (3F) do Curso Técnico em Informática para Internet integrado ao Ensino Médio, a qual continua com 36 alunos matriculados.

O curso Técnico em Informática para Internet começou a ser ofertado para os alunos ingressantes no Ensino Médio do IFC *campus* Concórdia no ano de 2017, com a proposta de formar profissionais capacitados voltados para o desenvolvimento de aplicações e desenvolvimento sites da web (PPC, 2014).

Com relação a docência realizada durante a III etapa da Residência Pedagógica no IFC-*campus* Concórdia, foram ministrados 8 encontros contabilizando 16 aulas de 45 minutos cada, envolvendo a docência direta do Residente. As 6 últimas aulas compostas por uma introdução ao conteúdo da Oficina Didática a ser desenvolvida posteriormente. Após a aula de número 6, foi realizada uma recuperação paralela da prova aplicada na aula de número 9 e 10, e em seguida nas duas últimas aulas e, consequentemente, no último encontro com a turma foi ministrada a Oficina Didática no laboratório da Instituição.

No dia 28/10/2019 foi realizada a Oficina Didática. Nesta ocasião foi dividida em alguns momentos iniciais de reflexão com o conteúdo que foi ministrado na aula 6 sob o título de Introdução a Mecânica Quântica, alguns conceitos sobre equilíbrio térmico e a introdução de dois novos temas: a radiação térmica emitida por corpos negros e o conceito de corpo negro.

III. DISCUSSÃO TEÓRICA

III.1. A TEORIA DE ENSINO DE JEROME BRUNER

Jerome S. Bruner, conhecido pela sua icônica frase: é possível ensinar qualquer assunto, de maneira honesta, a qualquer criança em qualquer estágio de desenvolvimento, do que por qualquer outro aspecto de sua teoria. Quando Bruner proferiu essas palavras, ele quis dizer que o assunto poderia ser sim ensinado, contudo não em sua forma final, mas obedecendo a maneira como o indivíduo que está sendo ensinado enxerga e interage com o mundo ao seu redor. Ou seja, é sempre possível ensinar algo a alguém desde que se leve em consideração as diversas etapas intelectuais que o indivíduo se encontra. Assim, a tarefa de ensinar determinado conteúdo a uma criança, em qualquer idade, é a de representar a estrutura deste conteúdo em termos de visualização que essa criança tem das coisas (MOREIRA, 2011).

O que é relevante em uma matéria de ensino, na visão de Bruner, é a sua estrutura, juntamente com suas ideias e relações fundamentais. Essa seria, aparentemente, a ideia principal de Bruner a respeito do que ensinar. Aparentemente, porque, como será explicado ao final do capítulo, Bruner mais tarde, de certa forma, deixou de enfatizar o papel da estrutura (MOREIRA, 2011).

Quando falamos a respeito de como ensinar, Bruner destaca o processo da descoberta, pela exploração de alternativas, e o currículo em espiral. De acordo com Bruner, o ambiente ou conteúdos de ensino necessitam ser percebidos pelo aprendiz em termos de problemas, relações e lacunas que ele deve preencher, a fim de que a aprendizagem se torne significativa e relevante. Portanto, o ambiente para a aprendizagem por descoberta deve proporcionar alternativas resultando no aparecimento e percepção, pelo aprendiz, de relações e similaridades, entre as ideias apresentadas que não foram previamente reconhecidas. A descoberta de um princípio ou de uma relação, por uma criança, é essencialmente idêntica quanto ao processo à descoberta que um cientista faz em seu laboratório. Currículo em espiral por sua vez, significa que o aluno tem a oportunidade de ver os conteúdos por mais de uma vez, porém em diferentes níveis de aprofundamento e complexidade e diferentes modos de representação (OLIVEIRA, 1973 *apud* MOREIRA, 2011).

III.2. AS FASES DE DESENVOLVIMENTO INTELECTUAL

A premissa de desenvolvimento intelectual ocupa um lugar muito importante na teoria de ensino de Bruner. Para Bruner, ensinar é um esforço para moldar o desenvolvimento e uma teoria de ensino versa sobre várias maneiras de auxiliar o desenvolvimento. Ao se referir à natureza do desenvolvimento intelectual, Bruner considera, entre outros, os seguintes aspectos: o desenvolvimento intelectual caracteriza-se por independências crescentes das respostas em relação a natureza imediata do estímulo, e, o desenvolvimento intelectual baseia-se em absorver eventos, em um sistema de armazenamento que corresponde ao meio ambiente (MOREIRA, 2011).

Bruner ressalta que o desenvolvimento intelectual é caracterizado por crescente capacidade de lidar com alternativas simultaneamente, atender a sequências ao mesmo tempo, e distribuir tempo e atenção, de maneira apropriada, a todas essas demandas múltiplas.

Do ponto de vista de Bruner, uma questão elementar relativa ao desenvolvimento é a da representação, ou seja, o indivíduo, ao se desenvolver, deve por si só adquirir meios de representar o que ocorre no seu ambiente. Deve ser capaz de conservar em um modelo a experiência decorrente da estimulação do meio e também de recuperar a informação por meio desse mesmo modelo (MOREIRA, 2011).

De maneira um tanto semelhante aos períodos do desenvolvimento propostos por Piaget, Bruner distingue três modos de representação do mundo pelos quais passa o indivíduo: Representação Ativa, Representação Icônica e Representação Simbólica.

IV. REPRESENTAÇÃO ATIVA

Esta parte constitui a primeira fase de representação da criança com o meio ao seu redor. O trabalho mental da criança consiste em estabelecer relações entre a experiência e a ação; seu interesse consiste em manipular o mundo por meio da ação. Esta etapa corresponde aproximadamente ao período compreendido entre a aquisição da linguagem e a época em que a criança começa a aprender a manipular símbolos. É, pois, característica da criança em idade pré-escolar. Neste estágio, é extremamente difícil ensinar certas ideias físicas, como a conservação da massa por exemplo, porque falta à criança aquilo que a escola de Genebra denominou de reversibilidade. Assim, a criança não consegue entender que a massa e o peso de um objeto se conservam, mesmo quando se altera a forma do objeto (BRUNER, 1973, p. 32 *apud* MOREIRA 2011).

V. REPRESENTAÇÃO ICÔNICA

Nessa fase, em que a criança já está em período escolar, trata-se de um estágio operacional, (concreto), contrariamente ao anterior que era meramente ativo (pré-operacional). É operacional no sentido da manipulação direta de objetos, ou interna, como quando se manipula mentalmente símbolos que representam coisas e relações (MOREIRA, 2011).

De um modo geral, operação é uma maneira de se obter na mente dados sobre o mundo real, que possam ser organizados e utilizados seletivamente na resolução de problemas. Uma operação pode, neste estágio, ser uma ação, mas difere de uma ação típica do estágio anterior porque agora é interiorizada e reversível. Interiorizada, porque a criança não mais precisa resolver um problema por meio de um processo de ensaio e erro, mas pode realmente efetuar-lo em sua mente. Reversível, porque a operação pode ser compensada pela operação inversa. Se dividirmos um conjunto de bolinhas de gude em subconjuntos, a criança pode compreender intuitivamente que o conjunto original pode ser reestabelecido, juntando-se os subconjuntos. Enquanto a representação ativa baseia-se na aprendizagem de respostas e na formação de hábitos, a icônica está fundamentalmente regida por princípios de organização perceptiva e pelas transformações econômicas desta organização (MOREIRA, 2011).

VI. REPRESENTAÇÃO SIMBÓLICA

Essa fase de representação corresponde ao período designado como das operações formais pela escola de Genebra. No primeiro estágio (ativo), a criança era capaz de resolver seus problemas pela ação pura e simples. Ela tinha um modo de representação ativo. No segundo, ela já era capaz de interiorizar a ação e as tentativas de resolução de um problema podiam ser feitas mentalmente. No entanto, seu poder simbólico era limitado. A criança era capaz de estruturar apenas a realidade imediatamente presente, não estando inteiramente apta a tratar de possibilidades novas. Este último fenômeno somente se dá no terceiro estágio (MOREIRA, 2011).

No terceiro estágio, a atividade intelectual da criança parece basear-se antes em uma capacidade para operar com proposições hipotéticas, do que em permanecer restrita ao que já experimentou, ou ao que tem diante de si. A criança pode, então, pensar a respeito de possíveis variáveis e, até mesmo, deduzir relações potenciais que, mais tarde, podem ser verificadas pelo experimento ou pela observação. Nesta fase, as operações intelectuais parecem apoiar-se na mesma espécie de operações lógicas que constituem o instrumental do logicista, cientista ou pensador abstrato, esta fase é que a criança está apta a dar expressão formal ou axiomática (de forma coerente, e/ou formada inicialmente por um conjunto organizado de noções primitivas admitidas sem demonstração), às ideias concretas que, anteriormente, orientavam a resolução de problemas, mas não podiam ser descritas ou formalmente compreendidas (MOREIRA, 2011).

Com base nesses três modos de representação que os indivíduos passam pelos estágios de processamento e representação de informações um caracterizado pelo manuseio e ação de objetos, outro pela organização perceptiva e imagens e, o terceiro, pela utilização de símbolos. Segundo Bruner, não são estritamente e exatamente estágios, e sim fases de desenvolvimento interno da criança e avanço de processamento de dados e informações da vida cotidiana. Embora essas fases se desenvolvam sequencialmente, elas não substituem as outras desenvolvidas anteriormente (MOREIRA, 2011).

Quando chegamos à idade adulta ainda utilizamos as formas de representação tanto ativa como iconicamente, bem como, simbolicamente. Por exemplo, sabemos como andar de bicicleta ou dar uma tacada em um jogo de bilhar, principalmente em termos sensoriais, em termos de nosso corpo - quer dizer, estas habilidades estão representadas em nossos músculos - e não tanto por meio de ícones e símbolos. Temos, portanto, segundo Bruner, pelo menos três modos distintos para representar, não só os efeitos de nossas experiências sensoriais, mas também nossos pensamentos (MOREIRA, 2011).

Como acima descrito, Bruner diferencia as fases de desenvolvimento intelectual de uma criança, sendo elas entendidas por um modo de observar as coisas ao seu redor, como uma ferramenta de adaptação e interação com o meio a sua volta. Bruner ressalta que mesmo que avancemos em direção as etapas mais evoluídas da vida, os modos de representação mais simples ainda estão a todo tempo sendo de grande valia. Um exemplo simples disso é um desenhista que, para fazer o desenho de um objeto, manuseia o mesmo, de modo que apalpar e ver diante de seus olhos o objeto o ajuda para depois representá-lo em papel ou tela.

A aprendizagem por descoberta entra exatamente nessa parte da teoria de ensino criada

por Bruner, em que ele defende que o que nos motiva para avançar de fase é, na realidade, a nossa pura curiosidade em descobrir o mundo ao nosso redor, sendo capazes de interagir com o externo de maneiras diferentes e mais elaboradas, de acordo como vamos realizando esse avanço interno.

A ideia de currículo em espiral parte do pressuposto de ensinar-se o mesmo conteúdo ou determinado assunto para o educando, apresentando-o de formas e, também, em níveis de aprofundamento diferentes, de acordo com o estágio de desenvolvimento em que o educando se encontra, para que a imagem do professor em um modelo de aprendizagem por descoberta seja uma imagem de orientador do processo de ensino, sendo que sua principal função é de não caotizar o sistema de ensino.

VI.1. CARACTERÍSTICAS DE UMA TEORIA DE ENSINO

Bruner utiliza-se do argumento que as teorias psicológicas de aprendizagem e desenvolvimento são descritivas, enquanto que uma teoria de ensino deve, além de levar em conta tais teorias, ser prescritiva. Deve, principalmente, concentrar-se em como melhorar e agilizar o processo de aprendizagem, facilitar a transferência ou a recuperação de informações. Deve, também, estabelecer regras concernentes à melhor maneira de obter conhecimentos e técnicas. Bruner distingue quatro características principais de uma teoria de ensino, tais como: a predisposição para a aprendizagem, denominar um conjunto de conhecimentos, citar qual a sequência mais eficiente e, por fim, dedicar-se à identificação da natureza e na aplicação dos prêmios e punições (MOREIRA, 2011).

Segundo Bruner (2011, p. 85, *apud* MOREIRA, 2011):

Em primeiro lugar, deve-se apontar as experiências mais efetivas para implantar em um indivíduo a predisposição para a aprendizagem aprendizagem em geral, ou qualquer caso particular dela. Deve, em segundo lugar especificar como deve ser estruturado um conjunto de conhecimentos, para melhor ser apreendido pelo estudante. A estrutura ótima será constituída de uma série de proposições da qual poderá decorrer um conjunto de conhecimentos de maiores dimensões, sedo característica a dependência de sua formulação para com o grau de adiantamento do campo particular do conhecimento [...].

No terceiro lugar, uma teoria de ensino deverá citar qual a sequência ou ordem mais eficiente para apresentar as matérias a serem estudadas. Se alguém quer ensinar a estrutura da Física Moderna, como fazê-lo? Apresentando, inicialmente matérias concretas de maneira a despertar a curiosidade dos educandos sobre as regularidades decorrentes? Ou com uma notação matemática, formal, que facilitará a representação das regularidades a serem encontradas? Quais os resultados de cada método? E qual a mistura ideal? (MOREIRA, 2011).

De acordo com Bruner (2011, p. 86, *apud* MOREIRA, 2011):

Deve, finalmente uma teoria de instrução deter-se na natureza e na aplicação

dos prêmios e punções, e no processo de aprendizagem e ensino. Intuitivamente, parece claro que, com o progresso da aprendizagem, chega-se a um ponto em que é melhor abster-se de premiações extrínsecas como elogios do professor, em favor da recompensa intrínseca, inerente à solução de um problema complexo.

VI.2. O PROGRAMA DA RESIDÊNCIA PEDAGÓGICA

O programa de Residência Pedagógica (RP) veio a nós como uma proposta para a elaboração do programa de estágio de uma maneira diferenciada, em que visa a aproximação do aluno licenciando com a prática diária da profissão de ser educador.

A RP traz uma proposta em que o aluno licenciando seja de qualquer matéria de ensino, tem como objetivo aproximar e facilitar a adaptação do aluno da Licenciatura com o cotidiano da profissão que o mesmo será habilitado. Tendo em vista que, por muitas vezes o processo de adaptação com o dia a dia da profissão da docência é algo dificultoso, trabalhoso e conturbado, pois o aluno recém-formado, por mais que domine a teoria, não possui experiências de curto e longo prazo com o público-alvo de suas atividades profissionais.

O Programa da Residência Pedagógica vem como um aliado aos futuros professores fazendo com que adquiram a experiência necessária para encarregar-se da dificultosa tarefa de despertar no aluno que frequenta as cadeiras de quaisquer que sejam os ambientes de ensino público, a emancipação intelectual, fazendo-o pensar e agir de maneira crítica na sociedade, de forma que o mesmo não apenas reproduza o conhecimento, mas o aplique em seu cotidiano promovendo a interação dos conhecimentos de senso comum e a ciência e a técnica, aprendida na escola.

VI.3. ENSINO DE FÍSICA MODERNA NO ENSINO MÉDIO

Nos últimos tempos os avanços tecnológicos e científicos têm despertado cada vez mais olhares atentos nos jovens, não somente à física em si, mas a atenção tem se voltado as ciências e seus campos de desenvolvimento em geral. Contudo, é preocupante a posição que a física tem tomado diante dos avanços: em vez de aproximar dos alunos a física moderna que em seu cotidiano é utilizada, mesmo que seja em chips de celulares ou até mesmo telas touchscreen (OLIVEIRA, VIANA, GERBASSI, 2007).

Um dos principais motivos para o afastamento do ensino de física moderna nas escolas, com certeza, é o quadro de defasagem do currículo atual de física e aquilo que o aluno é informado, pela mídia escrita e falada, sobre os avanços e descobertas científicas no campo da Física ao redor do globo (OLIVEIRA,VIANA, GERBASSI, 2007).

Durante as aulas de física é comum o aluno fazer questionamentos sobre matérias que o mesmo observou pelas grandes mídias e que, por serem mais atuais e intimamente ligados ao cotidiano do aluno, despertam o interesse de entender como aquilo funciona. A lacuna provocada por um currículo de física implica em uma prática pedagógica desvinculada e descontextualizada da realidade do aluno. Isso faz com que ele não perceba a necessidade de estudo de algum conteúdo, que na maioria dos casos, é repassada em aulas resumidas

em cálculo de fórmulas e equações, excluindo o papel histórico, cultural e social que a física desempenha no mundo em que vivemos (OLIVEIRA, VIANA, GERBASSI, 2007).

O quadro da situação citada se agrava na medida em que o aluno vai se distanciando da física quando termina o Ensino Médio. Dessa forma, se encerra o contato formal do aluno com a física, e dos problemas encontrados nesse segmento de ensino, no que diz respeito a uma formação científica mais atual e presente no dia a dia (OLIVEIRA, VIANA, GERBASSI, 2007).

Por mais que seja necessário mostrar aos alunos uma situação palpável em que os mesmos teriam que aplicar seus conhecimentos aprendidos em sala para poder assim avaliá-los, há na ciência, principalmente na física, momentos em que nem sempre é possível fazer medições ou investigações diretas a fim de se conhecer o objeto de estudo com o máximo de precisão possível. Assim, faz-se necessário a utilização de ferramentas que façam análises e medições indiretas, como o caso da simulação computacional PhET sobre a Radiação de Corpos Negros, que foi desenvolvido para a exploração de forma mais visual os da Espectrometria dos Corpos Negros e a visualização do gráfico conhecido como Lei de Deslocamento de Wien (CAVALCANTE; PIFFER; NAKAMURA, 2001).

VI.4. O USO DAS TICS PARA O ENSINO DE FÍSICA MODERNA

A sociedade moderna tem experienciado a cada dia novos avanços tecnológicos relacionados à tecnologia da informação. Computadores, tablets, smartphones, internet rápida, por exemplo, são alguns dos elementos mais comuns à grande e massiva maioria da sociedade, principalmente entre as pessoas mais jovens. Essas tecnologias foram se incorporando ao dia a dia das pessoas e hoje estão presentes nos mais diferentes locais que frequentamos: lares, lojas, carros, hospitais, aeroportos, etc. Como estudantes e professores, obviamente, fazem parte desta sociedade, também estão expostos a essa tecnologia e ao grande volume de informação na internet, faz-se necessário, então, refletir sobre a utilização e aplicação de todas estas novas ferramentas em sala de aula para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem e consequentemente no ensino de física. E isso toma proporções ainda maiores aos pensarmos que a física é a ciência que fundamenta os princípios de funcionamento da grande maioria dessas tecnologias (SOARES, MORAES, OLIVEIRA 2015).

As tecnologias utilizadas em larga escala nos dias de hoje, estão de certa forma profundamente arraigadas ao desenvolvimento das crianças nas escolas, isto desde o maternal e pré-escola até o ensino médio e posteriormente o ensino superior, provando-se assim uma ferramenta versátil e de grande valia para o professor inserido atualmente em sala de aula. Tendo em vista que desde o surgimento das tecnologias ao dimensionamento e a larga diversificação de todos tipos de tecnologias, passou-se muito tempo legitimando a necessidade de uma abordagem valorizadora do caráter histórico do conhecimento humano. Técnicas que são consideradas relativamente novas surgem a cada momento e isso ocorre devido a soma e a articulação dos inúmeros conhecimentos humanos de áreas diversas. Cada época e contexto do tempo influenciam na elaboração de novos conhecimentos, funcionando assim, como um alicerce a elaboração de novas tecnologias (ATAÍDE; MESQUITA, 2014).

Partindo da premissa que a tecnologia é um produto da ciência juntamente com a engenharia que por sua vez engloba conceitos de instrumentos, métodos e técnicas que

em sua grande parte visam a resolução de um problema e/ou a criação de processos que facilitem a produção de algo ou o melhor desenvolvimento de uma tarefa, sendo assim cumpre dentro do Ensino e suas práticas um papel de reforçador das atividades docentes e auxiliador dos processos de aprendizagem, provando-se assim, por muitas vezes ser um instrumento poderoso nas mãos de professores e educadores em geral (SIGNIFICADOS, 2014).

A palavra Tecnologia tem sua origem no grego *tekhne* que significa técnica, arte, ofício, juntamente com o sufixo *logia* que significa estudo, portanto transladando para um entendimento de forma mais sucinta, tecnologia pode ser compreendida como um produto de estudos ou o estudo para produzir um algo, desse métodos e técnicas até tecnologias militares e as tecnologias da informação que serão a base para o desenvolvimento da metodologia do trabalho (SIGNIFICADOS, 2014).

Deste ponto de vista, podemos perceber que os caminhos trilhados pela educação no mundo sempre foram forte e diretamente influenciados pelas transformações socioeconômicas das sociedades. Desta maneira, nota-se que o crescente uso das tecnologias trouxe, bem ou mal, novas possibilidades de interação, comunicação e aprendizagem. Um dos pontos que são fundamentais para a construção do conhecimento humano é a relação deste com seu semelhante, à medida que seu caráter distintivo é historicamente localizado e construído (ATAÍDE; MESQUITA, 2014).

Em meio ao caminho da evolução humana, o desenvolvimento complexo do cérebro, com sua gigantesca quantidade de conexões sinápticas, deu condições ao indivíduo de ter uma incrível capacidade de negligenciar alguns aspectos da realidade imaginando um novo mundo, completamente sujeito a novas regras e novos valores específicos. Entende-se que cada ser humano em seu caráter subjetivo é fruto de influências ambientais diversas e isso faz com que exista uma singularidade nas referidas conexões sinápticas e, conseqüentemente, no potencial de abstração e também de aprendizagem (ATAÍDE; MESQUITA, 2014).

O que torna a imaginação diferenciada contemporaneamente é que graças à variada disponibilidade das tecnologias, novas realidades podem ser construídas, como por exemplo a realidade das comunidades virtuais (DUART; SANGRÀ, 2000 *apud* ATAÍDE; MESQUITA, 2014). De modo geral, os ambientes virtuais exibem condições para que os indivíduos possam se comunicar incorporando aspectos educacionais, culturais e profissionais- de maneira assíncrona, não havendo a necessidade de estar simultaneamente no mesmo tempo e espaço (ATAÍDE; MESQUITA, 2014).

O palco de debates envolvendo as tecnologias no processo de ensino e aprendizagem conta com um suporte teórico rico e muito bem estruturado. Entretanto, existem algumas lacunas que devem ser preenchidas ainda no que diz respeito a distancia entre tantos estudos teóricos e sua aplicabilidade em meio ao processo. Todavia isso não significa que tais construções acadêmicas não possuam um nível significativo de representatividade do contexto educacional, mas sim, que existem óbices de cunho político e econômico que devem ser desvelados e, por fim, suprimidos (BUARQUE, 1997 *apud* ATAÍDE; MESQUITA, 2014.)

Ainda que o advento e evolução do computador tenham revolucionado o modo, se desenvolvem as pesquisas científicas tanto nas mais diversas áreas como na própria Física, os modos de ensinar os novos conhecimentos dentro da sala de aula não sofreram alteração, e por fim, não acompanharam o desenvolvimento da ciência, sendo assim, apesar destas

contestações terem mais de duas décadas, sua validação ainda sim é muito forte e apresenta na maioria das instituições públicas de ensino (WILSON; REDISH, 1989 *apud* SOARES; MORAES; OLIVEIRA, 2015).

Ataíde e Mesquita (2014 *apud* SOARES; MORAES; OLIVEIRA, 2015), relatam que a distância entre a realidade dos jovens e aquela constatada no mundo da escola, no que se refere ao uso e aplicação das tecnologias da informação, sendo elas das mais diversas, ainda é extremamente grande, e muito pouco tem sido feito no sentido de reduzir tais distâncias.

Os computadores e as tecnologias da informação devem surgir no horizonte das ferramentas dos professores e nos processos de ensino de física como uma ferramenta principalmente no auxílio de demonstrações de experiências que eventualmente não possam ser realizadas no laboratório da escola ou na ausência deste, deve-se também ater a resolução de problemas produção de textos e hipertextos, aquisições de dados e, simulações computacionais ou até mesmo cálculo de tabelas e discriminação de dados em movimentos (SOARES; MORAES; OLIVEIRA, 2015).

Em outros termos, o computador, em companhia dos seus aplicativos, pode ser inserido na sala de aula como uma complementação do processo de ensino e como uma ferramenta para auxiliar o professor. Recursos tecnológicos têm surgido e sido utilizados para aprimorar a qualidade do processo de ensino-aprendizagem, especialmente em física, onde os estudantes podem visualizar o que estão estudando, e assim, assimilar melhor os conteúdos trabalhados (SOARES; MORAES; OLIVEIRA, 2015).

Atualmente o conhecimento trilha um caminho em que leva a um processo de aprendizado, onde os envolvidos possuem iguais oportunidades de acesso à informação, desse modo é fundamental que o processo de ensinar física se alinhe a realidade das novas tecnologias da informação, incorporando-as em seus procedimentos em sala de aula e fora dela também (SOARES; MORAES; OLIVEIRA, 2015).

VII. SIMULAÇÕES DE FENÔMENOS FÍSICOS NO ENSINO MÉDIO

A humanidade passa por um século muito movimentado em relação as tecnologias novas que vão surgindo e cada vez mais são presentes em nosso dia a dia. Diante deste contexto, a informação e a comunicação alcançaram um plano fundamental na vida dos indivíduos, onde, no mundo contemporâneo, cada vez mais as decisões políticas mais influentes tendem a girar em torno de problemas e questões relacionadas direta ou indiretamente ao processo tecnológico e ao conhecimento científico (BRASIL, 2002, *apud* MACÊDO; DICKMANN; ANDRADE 2012).

Nesta orientação o domínio deste conhecimento tecnológico citado anteriormente constitui componente muito importante não somente para a construção de uma visão de mundo adequada mas também para o livre exercício da cidadania. Assim, é indispensável que a escola e o ambiente de ensino-aprendizagem acompanhe a evolução tecnológica e consiga, de alguma maneira, tirar o máximo de proveito dos benefícios que esta é capaz de proporcionar (BRASIL 2002,*apud* MACÊDO; DICKMANN; ANDRADE, 2012).

Portanto, há neste caso uma moeda de duas faces distintas: se de um lado temos um aluno atraído ou até mesmo seduzido pelas tecnologias, do outro lado, temos um professor e suas inúmeras dificuldades em acompanhar o processo tecnológico evolutivo. Desta forma,

se tivermos um professor com boa formação superior e uma forte formação continuada este terá pouca dificuldade em acompanhar o processo. Diante disto, percebemos a necessidade de investimento na formação de educadores, bem como na informatização das escolas da rede pública de ensino bem como atualização das que já estão informatizadas, de modo que, a mesma não fique obsoleta ao passar do tempo (MACÊDO; DICKMANN; ANDRADE, 2012).

Freitas Filho (*apud* MACÊDO; DICKMANN; ANDRADE, 2012), ressalta que, uma animação consiste em empregar técnicas matemáticas em computadores com o propósito de imitar ou até mesmo igualar a um fenômeno físico por meio da modelagem matemática do processo. Para construir uma animação ou simulação é necessário desenvolver um modelo computacional para aquilo que será simulado. Detalhe que uma simulação compreende uma animação, sendo desenvolvida de forma mais abrangente, pois permite ao aluno/educando que não somente manipule o evento, mas também, que o conheça e possa modificá-lo e suas relações entre as grandezas físicas.

Os professores de física dentro da realidade das salas de aula sofrem com inúmeros problemas, principalmente quando tentam explicar aos seus alunos um fenômeno físico de maior complexidade (MACÊDO, 2009). A maioria destes problemas ocorre por que os fenômenos abstratos são demasiadamente complexos de serem imaginados somente por meio de palavras e gestos, ou complicados demais para serem apresentados por meio de imagens. As simulações, por outro lado, possibilitam aos alunos em alguns minutos a evolução temporal de um fenômeno que levaria horas, dias, anos e décadas em tempo real, além de permitir ao mesmo a repetição de tal fenômeno sempre que o desejar (MACÊDO; DICKMANN; ANDRADE, 2012).

Dentro do campo do ensino de física existem varias aplicações das simulações computacionais, que vão dos mais simples contextos de demonstração até propostas de iniciação científica, podendo o professor propor atividades nas quais os alunos deveriam identificar lacunas e deparar-se com situações-problema e após isto desenvolverem os mesmos uma hipótese para a explicação do fenômeno decidindo assim o melhor método de aquisição de dados e no caso das hipóteses não serem comprovadas, deverá caber ao professor o remanejamento da situação-problema (MACÊDO; DICKMANN; ANDRADE, 2012).

VIII. O *PhET Interactive Simulations*

De acordo com Wiemann (PHET, 2019), fundador da *PhET Interactive Simulations*, o PhET oferece simulações matemáticas e de ciências de forma intuitiva e igualmente atrativa aos alunos, de forma que o mesmo se sinta motivado a desenvolver o conhecimento e assim sendo possível a assimilação mais efetiva do conteúdo. Os softwares desenvolvidos pela PhET são testados e avaliados pela organização de forma intensiva e extensiva para assegurar que a simulação tenha eficácia educacional, testes estes que incluem a entrevista com estudantes e observação em sala de aula. As simulações são escritas em JAVA ou HTML5, e podem ser executadas tanto on-line como off-line. A melhor parte disso é que todas as simulações desenvolvidas pela organização são disponibilizadas de forma gratuita e de código aberto.

IX. RESULTADOS

IX.1. DOCÊNCIA

Na primeira Aula, no dia 05/09/2019 se deu a introdução ao assunto do Magnetismo e com objetivo geral de apresentar aos alunos os conceitos gerais e iniciais do magnetismo, permeando por conceitos como a polarização dos ímãs bem como sua inseparabilidade, explanação da ideia de que a Terra é um ímã gigantesco também com polos magnéticos, conceituação do processo de imantação, diferenciação das substâncias magnéticas, bem como suas características principais e, por fim, constatar a importância do experimento de Oersted para o início do Eletromagnetismo.

Foi apresentado aos alunos a primeira animação proveniente do *PhET Interactive Simulations*, onde era desenvolvido um exemplo de ímã com seus respectivos polos assinalados e as linhas do campo magnéticos visíveis. Nesta simulação podia-se mover o ímã e observar o comportamento de uma bússola localizada na tela, podendo também movimentar a bússola. Em outra situação também apresentada pela mesma simulação poderia transformar o ímã no planeta terra mostrando assim a incidência do campo magnético na bússola, bem como a ideia da inversão dos polos magnéticos em relação aos polos geográficos.

Ainda se discutiu a teoria do dínamo, sendo esta a principal teoria de explicação para o campo magnético terrestre, que consiste na rotação do núcleo sólido da terra e atrito com o manto criando-se assim um campo magnético. Por fim foi aplicada aos alunos uma lista de exercícios.

Na aula 2, dia 12/09/2019, com o tema campo magnético gerado por condutores elétricos. Foram apresentados os conceitos iniciais do eletromagnetismo, como a formação de um campo magnético ao redor de um condutor elétrico atravessado por uma corrente elétrica, bem como demonstrado como calcular sua intensidade e orientação pela aplicação da Regra da Mão Direita.

Na aula 3, realizada no dia 19/09/2019, os assuntos foram campos magnéticos gerados pelas diferentes geometrias de condutores, sendo elas: a espira circular e o solenoide.

Inicialmente foi demonstrado a geometria de como se formaria um campo magnético em uma espira circular percorrida por uma corrente elétrica nos dois sentidos, ensinando-os a descobrir a orientação do vetor campo magnético com a Regra da Mão Direita, bem como a notação a ser utilizada para representá-la. Logo após foi demonstrado a formação de um campo magnético no solenoide condutor de eletricidade.

Nos dois casos foi apresentado aos alunos a maneira de se calcular a intensidade do campo magnético nas duas geometrias de condutores, utilizando a constante da permeabilidade magnética do vácuo em todos os casos.

Na aula 4, no dia 17/10/2019, foi realizada uma aula de apanhamento geral do conteúdo, desenvolvendo novamente as explicações sobre o magnetismo e os ímãs, passando pelo experimento de Oersted e os campos magnéticos produzidos pelas diferentes geometrias de condutores elétricos.

A aula contou com a escolha de determinados exercícios da lista de revisão para a entrega na data da prova com o valor de 2 pontos na nota da prova, como forma de incentivo para que o aluno buscase realizar a resolução dos problemas por si mesmo.

Na aula 5, no dia 24/10/2019, foi aplicada uma avaliação escrita para os alunos. Em um primeiro momento foi realizada uma rápida revisão do conteúdo, logo após foi informado a realização da avaliação em que seria possível a utilização das questões que haviam sido combinadas para entrega valendo pontuação na prova.

Na aula 6, do dia 28/10/2019, foi dado início ao conteúdo de Introdução a Mecânica Quântica. Foi realizada um pequeno apanhado sobre a desenvoltura dos alunos na avaliação escrita em forma de diálogo com os mesmos, porém ainda não tinham conhecimento sobre suas notas o que revelou bastante preocupação por parte de alguns alunos.

Nesta aula de preparo teórico foram englobados os conceitos teóricos sobre a radiação térmica de corpos quentes, aplicar conceitos sobre comprimentos de onda e espectro visível, relembrar alguns conceitos de equilíbrio térmico, introdução conceitual da ideia de corpo negro, bem como a curva espectral da Radiação de um corpo negro e os conhecimentos sobre a Lei de Deslocamento de Wien que posteriormente viria a ser o objeto de estudo principal dos estudos e da oficina.

Na Aula 7, do dia 07/11/2019, foi desenvolvida uma recuperação paralela da avaliação pois alguns alunos apresentavam notas baixas. Junto ao professor regente foi desenvolvido um questionário com questões quantitativas abertas e de múltipla escolha para os alunos responderem na aula e entregarem. A recuperação foi em dupla e com consulta.

X. A OFICINA

O objeto de estudo da Oficina Didática foi o chamado Deslocamento de Wien, como na figura 1, que em suma é um gráfico de espectrometria de um corpo aquecido que emite radiação térmica em determinadas faixas de comprimento de onda e isso varia de acordo com a temperatura do corpo.

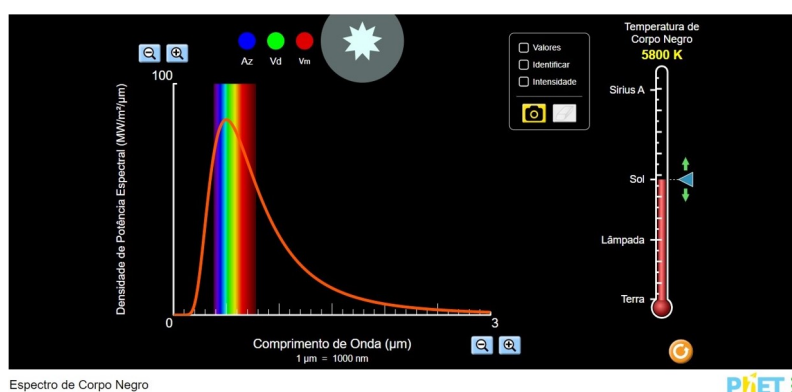


Figura 1: Distribuição espectral de radiação emitida por um corpo negro.
Fonte: O Autor (2019).

Este gráfico pode ser utilizado para demonstrar vários conceitos para os alunos, como por exemplo, a diferenciação de cores das estrelas de acordo com suas temperaturas, sendo que essa visualização é bem expressiva na animação escolhida. A Lei de Deslocamento de Wien demonstra que quanto maior a temperatura do corpo é, mais para a esquerda o

pico do gráfico se desloca, mostrando assim de forma bem visível alguns fenômenos que os Corpos Negros sofrem no âmbito da espectrometria.

No início da referida aula os alunos foram levados para o laboratório da Informática e foi lhes mostrado aonde conseguir o objeto de estudo da oficina, a animação do site PhET Simulations (Figura 2). Após mostrar a eles onde acessarem a simulação foi lhes dito para que baixassem e a abrissem. Para iniciar a oficina os alunos foram distribuídos em duplas e trios (Figura 2), a fim de responderem os questionários.



Figura 2: *Distribuição espectral de radiação emitida por um corpo negro.*
Fonte: O Autor (2019).

Durante a aula que foi ministrada os alunos tiveram algumas dificuldades com a simulação, tais como quando mexemos no gráfico o ponto mostrado na curva de Wien é sempre mostrado no pico, porém é deslocável sendo que se fizermos esse deslocamento os valores serão alterados.

O questionário entregue aos alunos, era composto por questões de múltipla escolha e abertas descritivas com base no que estava sendo mostrado na tela do computador (Figura 3). Os alunos quando questionados relataram que não tinham problemas com a pequena simulação e que esta era fácil de se entender.



Figura 3: Turma antes de receberem os questionários.
 Fonte: O Autor (2019).

Durante a aula que foi ministrada os alunos tiveram algumas dificuldades com a simulação, tais como quando mexemos no gráfico o ponto mostrado na curva de Wien é sempre mostrado no pico, porém é deslocável sendo que se fizermos esse deslocamento os valores serão alterados.

O questionário entregue aos alunos, era composto por questões de múltipla escolha e abertas descritivas com base no que estava sendo mostrado na tela do computador (Figura 3). Os alunos quando questionados relataram que não tinham problemas com a pequena simulação e que esta era fácil de se entender.

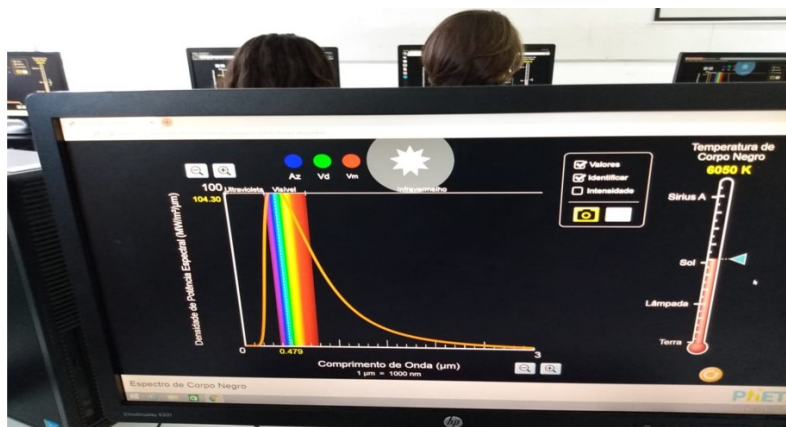


Figura 4: Visualização da Simulação no computador do aluno.
 Fonte: O Autor (2019).

A praticidade e o ambiente que é disponibilizado na simulação é justamente um dos maiores motivos por ter adotado este método de avaliação da oficina. Dito isto, podemos atrelá-lo diretamente com o referencial teórico no sentido de que, o ambiente virtual de simulação propicia ao educando um ambiente seguro para o desenvolvimento e construção dos conceitos e conhecimentos dos alunos.

Bruner defende que podemos ensinar a qualquer pessoa qualquer coisa desde que

sejamos honestos com a etapa de desenvolvimento cognitivo do educando. Na ocasião a simulação do PhET chegou como uma solução para poder aproximar o máximo possível desta honestidade proposta por Bruner, de modo que, os conceitos de Física Moderna, tais como o objeto de estudo da oficina tornassem-se mais visuais e interativos, sem contar que os mesmos poderiam ser alterados de acordo com a vontade do aluno, sendo possível também o aluno repetir a simulação quantas vezes lhe for necessário para o entendimento do fenômeno físico.

A partir do momento em que receberam os questionários foi instruído aos alunos sobre a interface da simulação de modo que compreendessem as variáveis disponíveis para a resolução do questionário e bom desenvolvimento da oficina didática como pode-se verificar na figura 4.

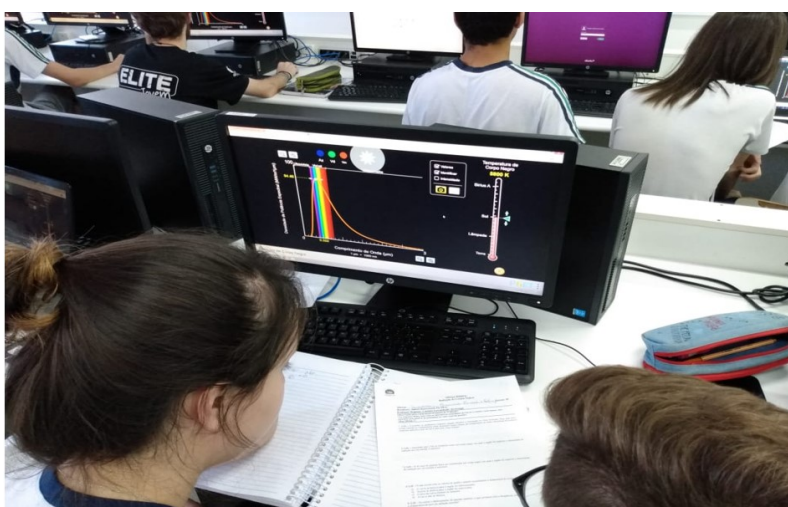


Figura 5: *Alunos desenvolvendo a oficina juntamente com a simulação.*
Fonte: O Autor (2019).

Os critérios levados em consideração na avaliação da oficina, foram o interesse e a participação dos alunos no desenvolvimento da explicação do conteúdo e da interface da simulação bem como critérios quantitativos na resolução do questionário. Deste modo, foi feita uma avaliação não meramente quantitativa mas um misto de qualitativa e quantitativa, sendo assim possível a aproximação do residente a realidade de conhecimento em que o aluno se encontra, para que, deste modo o processo de ensino-aprendizagem ocorra com o máximo de proveito possível. Quanto aos resultados obtidos da turma, em termos de notas, foram obtidas notas altas em sua maioria, revelando assim um bom entendimento do conteúdo.

XI. CONSIDERAÇÕES

O objetivo principal deste trabalho foi utilizar uma ferramenta relativamente nova dentro do ensino da física moderna, tentando sair dos métodos mais tradicionais como um mero modelo matemático proposto no quadro da sala de aula ou uma animação que, por muitas vezes, não preenche certas lacunas no mapa intelectual do aluno, pois são de recursos

limitados mas sim, trazê-los para uma ferramenta com mais interação entre o sujeito e o meio em que os mesmos agiam, proporcionando desta maneira um ambiente em que era maleável em situações diferentes com relação a Espectrometria de Corpos Negros.

Foi possível perceber um melhor entendimento dos alunos a partir do momento que os mesmos tiveram contato com a Simulação PhET Espectro de Corpo Negro. A melhora foi notada na diferença de interação dos alunos com o residente presente na aula, sendo assim notável o visível maior interesse dos alunos por tratar-se de um fenômeno que na ocasião era maleável para os alunos.

A respeito do questionário que foram desenvolvidos, é possível afirmar que o mesmo, embora desenvolvidos de maneira simples e direta, foi de grande valia para identificar as possíveis falhas na explicação do residente e avaliação geral da oficina aplicada, de forma que a partir do *feedback* por eles proporcionado, a utilização da ferramenta será aprimorada em trabalhos futuros, sempre buscando proporcionar aos alunos um ambiente confortável que os incentive a aprofundar-se nos assuntos tratados.

Em referência ao período e ao estágio em si, é possível afirmar que o mesmo foi de grande valia para todos os participantes de forma direta ou indiretamente do programa, tanto da Residência Pedagógica quanto do Estágio Obrigatório, pois foi construído e consolidado um conhecimento de como é a realidade da profissão docente em casos reais dentro da sala de aula, sendo assim um importante passo no início da carreira docente.

REFERÊNCIAS

ATAÍDE, Jefferson Fagundes; MESQUITA, Nyuara Araújo da Silva. O Arborecer das TIC na Educação: da raiz aos ramos mais recentes. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, São Paulo, ano 1, v. 7, ed. 1, p. 1-25, 1 jan. 2014. DOI 10.3895/S1982- 873X2014000100005. Disponível em: <<https://repositorio.bc.ufg.br/xmlui/bitstream/handle/ri/16207/Artigo%20%20Jefferson%20Fagundes%20Ata%C3%ADde%20-%202014.pdf?sequence=5&isAllowed=y>>. Acesso em: 18 nov. 2019.

CAVALCANTE, Marisa Almeida; PIFFER, Anderson; NAKAMURA, Patrícia. O Uso da Internet na Compreensão de Temas de Física Moderna para o Ensino Médio. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, 2001.

MACÊDO, Josué Antunes de; DICKMAN, Adriana Gomes; ANDRADE, Isabela Silva Faleiro de. SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS COMO FERRAMENTAS PARA O ENSINO DE CONCEITOS BÁSICOS DE ELETRICIDADE. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, São Paulo, v. 29, ed. 1, p. 562-613, 2012. DOI 2175-7941.2012v29nsp1p562. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/22108>>. Acesso em: 18 nov. 2019.

MOREIRA, Marco Antonio. A teoria de ensino de Bruner. In: MOREIRA, Marco Antônio. *Teorias de Aprendizagem*. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 2011.

OLIVEIRA, Fabio Ferreira De; VIANA, Deise Miranda; GERBASSI, Reuber Scofano. Física

Moderna No Ensino Médio: o que dizem os professores. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, 2007.

SIGNIFICADOS. Significado de Tecnologia: O que é Tecnologia. In: *Significado de Tecnologia: O que é Tecnologia*. São Paulo: Significados, 2014. Disponível em:<<https://www.significados.com.br/tecnologia-2/>>. Acesso em: 18 nov. 2019.

SOARES, Antônio Augusto; MORAES, Letícia Estevão; OLIVEIRA, Franciéle Gonçalves. Ensino de matéria e radiação no ensino médio com o auxílio de simuladores interativos. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, São Paulo, v. 32, ed. 3, p. 915-933, 2015. DOI 10.5007/2175-7941.2015v32n3p915. Disponível em:<<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2015v32n3p915>>. Acesso em: 18 nov. 2019.



ESTUDO DA TERMODINÂMICA SOB UMA PERSPECTIVA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

C. K. CROZETTA¹, G. O. VELOSO¹, F. L. EVANGELISTA¹, L. L.
ALVARENGA¹

¹Licenciatura em Física, Instituto Federal Catarinense - Campus Concórdia,

Resumo

Neste relato apresentam-se considerações referentes às observações, oficinas e a docência do programa de residência pedagógica do curso de licenciatura em física no âmbito do instituto federal catarinense (IFC) - campus concórdia. As referidas atividades foram realizadas em uma turma do 2º ano do Curso Técnico em Alimentos, no período matutino e vespertino. Nesta última fase do Projeto, está sendo realizada a docência de 16 horas aulas com mais duas oficinas, foram trabalhados conceitos da termodinâmica. Este trabalho objetiva identificar as dificuldades dos alunos em relação à aprendizagem dos conceitos de Física, reconhecer e trabalhar com interesse dos alunos, demonstrando motivação, incentivo e participação dos mesmos durante as aulas de Física.

Palavras-chave: Termodinâmica. Ensino e aprendizagem. Aprendizagem significativa.

I. INTRODUÇÃO

A rede do Instituto Federal Catarinense participa do Programa de Residência Pedagógica (PRP) que tem por objetivo a execução de atividades de formação, realizadas por acadêmicos regularmente matriculados em cursos de Licenciatura e desenvolvidas em escolas na cidade de Concórdia-SC. O PRP tem carga horária de 440 horas de atividades, compreende um período de 18 meses, com previsão de encerramento em janeiro de 2020.

O Programa Residência Pedagógica tem os seguintes objetivos:

I. Aperfeiçoar a formação dos discentes de cursos de licenciatura, por meio do desenvolvimento de projetos que fortaleçam o campo da prática e conduzam o licenciando a exercitar, de forma ativa, a relação entre teoria e prática profissional docente, utilizando coleta de dados e diagnóstico sobre o ensino

e a aprendizagem escolar, entre outras didáticas e metodologias; II. Induzir a reformulação do estágio supervisionado nos cursos de licenciatura, tendo por base a experiência da residência pedagógica; III. Fortalecer, ampliar e consolidar a relação entre a IES e a escola, promovendo sinergia entre a entidade que forma e a que recebe o egresso da licenciatura, bem como estimulando o protagonismo das redes de ensino na formação de professores; IV. Promover a adequação dos currículos e propostas pedagógicas dos cursos de formação inicial de professores da educação básica às orientações da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) INSTITUTO, (2018).

O valor da bolsa é de R\$400,00 reais mensais, depositados pela CAPES na conta-corrente do estudante bolsista residente, a fim de auxiliá-lo na execução das atividades do Programa. Para participar da seleção ao Programa Institucional de Residência Pedagógica (PRP), o estudante deve se enquadrar em alguns critérios, como:

1. Estar regularmente matriculado nos cursos de licenciatura do IFC no seu respectivo Campus;
2. Ter cursado o mínimo de 50% do curso ou estar cursando a partir do 5º período e comprometer-se a realizar 440 horas de atividades no Programa de Residência Pedagógica;
3. Estar em dia com as obrigações eleitorais; V. Estar apto a iniciar as atividades relativas ao projeto tão logo ele inicie;
4. Dedicar-se, no período de vigência da bolsa, no mínimo 8 (oito) horas semanais às atividades do PRP, sem prejuízo de suas atividades discentes e dentre outros critérios;

O processo de seleção dos candidatos foi conduzido pelo Docente Orientador do subprojeto do PRP/IFC em Física, e por dois professores do NDE da licenciatura em que o subprojeto está vinculado. As pontuações para a classificação dos candidatos decorreram da Análise do Histórico Escolar, da Carta de Motivação e do Currículo Lattes. Participam hoje do Programa Residência Pedagógica do IFC - Campus Concórdia 09 alunos.

A experiência proporcionada pelo PRP aproxima-se de uma vivência na diversidade de situações educativas, como da prática docente, situações adversas em sala de aula, relação entre professor e aluno, elaboração e planejamentos de aulas e oficinas, questões estruturais de sala de aula, organização do corpo docente, entre outras.

Este relatório tem por objetivo relatar a prática da docência no Ensino Médio de uma Instituição Educacional, refletindo acerca das possibilidades de ensino e aprendizagem de Física.

O Estágio Supervisionado é um cumprimento da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei Federal nº. 9.394, de 20 de dezembro de 1996), que define que todo o curso de Licenciatura deve oferecê-lo para a formação de professores que poderão atuar na rede de ensino pública ou privado de nosso país.

Neste relatório apresentam-se as Observações, Aulas e Oficinas desenvolvidas no âmbito do Programa Residência Pedagógica do Curso de Física - Licenciatura, do Instituto Federal

Catarinense (IFC) - Campus Concórdia. As mesmas foram realizadas em uma turma do 2º ano do curso Técnico em Alimentos, no período Matutino e Vespertino no IFC - Campus Concórdia.. A docência foi desenvolvida em 16 aulas de 45 minutos, trabalhando-se os conceitos de Lei Zero, Primeira Lei, Segunda Lei e Terceira Lei da Termodinâmica.

Os objetivos específicos consistem na observação acerca do andamento das aulas, metodologia utilizada pelo professor titular, do sistema de avaliação, do uso do livro didático. Além disso verificar as dificuldades em relação aos conteúdos físicos apresentados pelos alunos, identificar seus interesses e a participação durante as aulas.

Com estas perspectivas, o relatório será dividido em quatro seções. A primeira parte consiste de uma pequena descrição de qual foi o campo de trabalho à qual o estagiário ministrou suas oficinas e aulas, na sequência será abordada uma descrição da Teoria de Ausubel sobre a aprendizagem significativa no contexto da sala de aula. Adiante, serão abordados quais foram os procedimentos metodológicos utilizados em sala de aula pelo estagiário. Por fim, a conclusão acerca da prática de ensino.

II. ASPECTOS METODOLÓGICOS

Buscou-se articular tanto a observação, quanto a prática em si, possibilitando, ao estagiário, constituir sua própria identidade. A identidade do professor é constituída ao longo de sua trajetória como profissional do magistério. No entanto, é no processo de sua formação que são consolidadas as opções e intenções da profissão que o curso se propõe a legitimar, (PIMENTA; LIMA, 2012).

As atividades desenvolvidas no âmbito do Programa de Residência Pedagógica foram realizadas no Instituto Federal Catarinense Campus Concórdia, em uma turma de 2º ano do Ensino Médio no curso Técnico em Alimentos, com 34 alunos.

O conteúdo abordado durante o período de docência foram: Lei Zero, Primeira, Segunda e Terceira Lei da Termodinâmica e nas oficinas foram realizadas práticas que auxiliam nos estudos dos tópicos anteriormente citados. Neste sentido, este trabalho descreve as experiências vivenciadas no contexto do Programa de Residência Pedagógica e as análises acerca da experiência constituída da relação entre alunos e professor, ensino e aprendizagem e de situações adversas no âmbito escolar.

Houve aplicação de uma oficina, que aconteceu no dia 11 de outubro de 2019 no período matutino. Inicialmente os alunos foram encaminhados para o laboratório, após a primeira fala que aconteceu em sala de aula. Chegando lá, todos os alunos foram reunidos em um só laboratório para receberem as mesmas explicações/instruções. Depois desse primeiro momento, a turma foi dividida em duas partes, estas partes deveriam dividir-se novamente para que cada grupo ficasse com aproximadamente 4 ou 5 integrantes.

III. DISCUSSÃO TEÓRICA

A docência já não é mais conhecida como antigamente, atualmente ela se dá na relação e na interação dos sujeitos envolvidos no processo, assim como, docentes e discentes. Do profissional da educação exige-se postura, destreza, competência para mediar, informar, formar e transformar.

O estágio, ao inserir o aluno no exercício da profissão, mostra a realidade de se trabalhar neste âmbito. Segundo Pimenta e Lima, (2012, p.88):

O professor é um profissional humano que ajuda o desenvolvimento pessoal e intersubjetivo do aluno, sendo um facilitador de seu acesso ao conhecimento; é um ser de cultura que domina sua área de especialidade científica e pedagógico-educacional e seus aportes para compreender o mundo; um analista crítico da sociedade, que nela intervém com sua atividade profissional; um membro de uma comunidade científica, que produz conhecimento sobre a sua área e sobre a sociedade.

Este trabalho tem como referencial teórico a aprendizagem significativa de David Ausubel. O autor, que é adjunto de uma família judia e pobre, teve uma infância com insatisfações acerca da educação recebida pelos seus pais e pela escola. Depois de formado, já em território canadense, resolve dedicar-se à Educação no intuito de buscar as melhorias necessárias ao verdadeiro aprendizado. David Ausubel era contra o ensino tradicional e mecânico e, nesse sentido, propunha uma aprendizagem em que o aluno se aperfeiçoava por meio de estruturas cognitivas de modo a intensificar suas pré-cognições acerca dos conteúdos a serem trabalhados, (AUSUBEL, 1968).

Segundo a sua teoria, o fator que mais importa para o processo de ensino aprendizagem, é incentivar o aluno a buscar ideias próximas daquelas que ele já tem pré construídas sobre determinado conceito, para ele compreender outro, (MOREIRA, 2009).

Em tese, para Ausubel, a aprendizagem significativa é:

O processo pelo qual uma nova informação se relaciona, funciona com um aspecto relevante da estrutura do conhecimento do indivíduo. Ou seja, neste processo a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica, a qual se define como conceito subsunçor ou, simplesmente sobre submissão existente na estrutura cognitiva do indivíduo. Aprendizagem significativa ocorre quando há formação à nova informação em Cola, se em subsunçores relevantes preenchem os existentes na estrutura cognitiva de quem aprende. O armazenamento de informações na mente humana, como sendo altamente organizado, formando uma hierarquia conceitual na qual alinhamentos mais específicos do conhecimento são relacionados e assimilados a conceitos e proposições mais inclusivas, (MOREIRA, 2009, p 18-19).

Ao aprender a linguagem, a criança passa a planejar suas próprias ações sem a ajuda de um adulto, pois possibilita novas formas de comunicação com os indivíduos e de organização de seu modo de agir e de pensar, (REGO, 2013, p. 66). Como já mencionado, Ausubel era contra o ensino mecânico, sendo assim, ele define aprendizagem mecânica como:

Há aprendizagem de novas informações com pouca ou nenhuma interação com os conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva. Neste caso, a nova informação é armazenada de maneira arbitrária. Não há interação entre a nova informação e aquela já armazenada. O conhecimento a ser adquirido fica arbitrariamente distribuído na estrutura cognitiva, se relaciona com conceitos subsunçores específicos, (MOREIRA, 2009, p 18-19).

Seguindo esta linha, Moreira, (2009), traz ainda que a aprendizagem de pares de sílabas sem sentido é um exemplo típico de aprendizagem mecânica, porém a simples memorização de fórmulas, leis e conceitos em Física, pode também ser tomada como exemplo, embora se possa argumentar que se tem algum tipo de associação nesses casos.

Supondo que a aprendizagem significativa vai ser preferida em relação à aprendizagem mecânica, e que isso pressupõe a existência prévia de conceitos subsunçores, o que fazer quando estes não existem? Como pode a aprendizagem ser significativa nesse caso? De onde vem os subsunçores? Como se formam? (MOREIRA, 2009, p. 19).

Em resposta a isso, a aprendizagem mecânica é sempre necessária quando o indivíduo adquire informação na área de conhecimento completamente nova para ele. A aprendizagem mecânica ocorre até o momento em que alguns elementos do conhecimento ficam mais relevantes para ele, sendo que, a partir daí a estrutura cognitiva passa a servir de subsunçores, ainda que pouco elaborados à medida que a aprendizagem começa a ser significativa, e esses subsunçores vão ficando cada vez mais elaborados, (MOREIRA, 2009, p. 19).

Conforme, destacado, para que o aluno tenha uma aprendizagem significativa, ele precisa fazer uma ligação entre os conceitos já aprendidos com aquilo que ele irá aprender. Esses conceitos são criados quando somos crianças, dos primeiros anos de vida até o acesso à escola. A este respeito, (Moreira, 2009, p.20), esclarece:

A assimilação de conceitos é, caracteristicamente, a forma pela qual as crianças mais velhas, bem como os adultos, adquirem novos conceitos pela recepção de seus atributos criteriosais e pelo relacionamento desses atributos com ideias relevantes já estabelecidas em sua estrutura cognitiva. Os conceitos não-espontâneos, manifestados através de significado categórico generalizado, passam a predominar, somente próximo à adolescência em um indivíduo que passa pelo processo de escolarização. O indivíduo pode adquirir conceitos do modo muito mais eficiente e passa, significativamente, a relacionar os atributos criteriosais do novo conceito a sua estrutura cognitiva, sem necessitar relacioná-los anteriormente às instâncias particulares que o exemplifiquem.

Outro fator importante para essa construção significativa vai de encontro com o professor,

este denominado pelo autor como um organizador prévio. Segundo Moreira, (2009), para Ausubel, a principal função do organizador prévio é a de servir de ponte entre o que o aluno já aprendeu e o que ele deve saber, a fim de que o conteúdo possa ser apreendido de forma significativa. Sendo assim, os organizadores prévios são úteis para facilitar a aprendizagem na medida em que funcionam como pontes cognitivas. Desta forma, os organizadores devem:

Superar o limite entre aquilo que o aluno já sabe e aquilo que ele precisa saber, antes de poder aprender a tarefa apresentada. Permitam prover uma moldura ideacional para incorporação e retenção do material mais detalhado e de diferenciando de que segue na aprendizagem, bem como aumentar a discriminabilidade entre este e outros similar já incorporado na estrutura cognitiva ou, ainda, ressaltar as ideias ostensivamente conflitivas, (MOREIRA, 2009, p. 28).

Para Ausubel, (1968, p. 37-38), as condições para a ocorrência da aprendizagem significativa:

A essência do processo de aprendizagem significativa está em que ideia simbolicamente expressa seja relacionada de maneira não arbitrária e substantiva ao que eu aprendi já sabe, ou seja, algum aspecto relevante de sua estrutura de conhecimento (isto é um subsunçor que pode ser, por exemplo, algum símbolo, conceito ou proposição já significativo).

Moreira, (2009, p. 47), citando Ausubel expõe que o problema principal da aprendizagem:

[..] consiste na aquisição de um corpo organizado de conhecimentos na estabilização de ideias inter-relacionadas que constituem a estrutura desse conhecimento. O problema, pois, da aprendizagem em sala de aula está na utilização de recursos que facilitem a captação da estrutura conceitual do conteúdo e sua integração à estrutura cognitiva do aluno, tornando o material significativo. O melhor trabalho do professor consiste então em auxiliar o aluno a assimilar a estrutura das matérias de ensino e a reorganizar sua própria estrutura cognitiva, mediante a aquisição de novos significados que podem gerar conceitos e princípios.

A facilitação de uma aprendizagem significativa em sala de aula é a manipulação deliberada dos atributos relevantes da estrutura cognitiva para os pressupostos pedagógicos, é levada a efeito de duas formas, (AUSUBEL, 1998 p. 147):

A primeira é substantivamente, com propósitos organizacionais e integrativos, usando os conceitos e proposições unificadores do conteúdo da matéria de ensino que têm maior poder

explanatório e a segunda é programaticamente, empregando princípios programáticos para ordenar sequencialmente a matéria de ensino.

Em tese, Ausubel reitera que, para facilitar a aprendizagem significativa, é preciso dar atenção ao conteúdo e à estrutura cognitiva. É importante se fazer uma análise conceitual do conteúdo para identificar conceitos, ideias, procedimentos básicos e concentrar neles o esforço instrucional. Porém deve-se lembrar que o aluno precisa apenas de informações necessárias para sua construção cognitiva, pois ele pode perder muito tempo com informações desnecessárias.

Como método para avaliar qual foi a significância daquela aprendizagem para o aluno, Ausubel propõe a construção de mapas conceituais. Segundo ele, é importante selecionar as ideias básicas, para não sobrecarregar o aluno de informações desnecessárias, dificultando a construção de uma estrutura cognitiva adequada à coordenação. A integração dos assuntos em diferentes níveis também é importante.

Ainda do ponto de vista de Ausubel:

O desenvolvimento de conceitos é facilitada quando os elementos mais gerais, mais inclusivos de um conceito são introduzidos em primeiro lugar, e posteriormente, então, esse conceito é progressivamente diferenciado, em termos de especificidade. Segundo Ausubel, o princípio da diferenciação progressiva deve ser levado em conta ao programar o conteúdo, ou seja, as ideias mais gerais e mais inclusivas da disciplina devem ser apresentadas no início para, somente então, serem progressivamente diferenciadas, (MOREIRA, 2009, p. 50).

Existem vantagens e desvantagens na utilização de mapas conceituais do ponto de vista instrucional. Pode-se mencionar primeiro em batizar a estrutura conceitual de uma disciplina e os papéis dos sistemas conceituais do seu desenvolvimento. Mostrar que os conceitos de uma certa disciplina diferem quanto ao grau de inclusividade e generalidade, e apresentar esses conceitos em uma ordem hierárquica que inclusive facilite a aprendizagem dos mesmos; prover uma visão integrada do assunto e de uma espécie de listagem daquilo que foi abordado dos materiais instrucionais.

Dentre as possíveis vantagens pode-se citar: se o mapa não tivesse significado para o aluno, ele poderá encará-lo apenas como algo mais a ser memorizado; os mapas podem ser muito mais complexos, dificultando a aprendizagem, ao invés de facilitar a habilidade dos alunos para construir suas próprias criações conceituais.

Outra qualidade dos mapas conceituais é sua utilização como instrumento de avaliação. A avaliação não é no sentido de testar conhecimentos atribuir nota ao aluno, mas no sentido de se obter informações sobre o tipo de estrutura que o aluno vê para um dado conjunto de conceitos. Para isso, se o aluno for solicitado a construir um mapa ou este pode ser obtido indiretamente através de suas respostas a testes que podem ser escritos ou entrevistas orais gravadas, (MOREIRA, 2009, p. 57).

Segundo Moreira, (2009), o significado de um conceito representado numa dada língua para ser pensada como um produto, é o reflexo da cultura e como fator padrão e limitador do desenvolvimento com o objetivo dos indivíduos dessa cultura. Exemplos expressados, como atitudes, características, valores e formas de pensamento que parecem estar além da cultura é o que constitui o significado conotativo do conceito. Na formulação de novos conceitos o aluno pode escolher como foco atributos criteriosais que estão mais ou menos subjetivos das práticas, no conceito determina em larga medida sua utilidade, tanto na estrutura do conhecimento como para propósitos de aprendizagem, solução do próprio aluno de problemas e comunicação.

IV. RESULTADOS

IV.1. DOCÊNCIA

A Educação é muito importante para a construção de uma sociedade igualitária, responsável e justa. Este processo deve ser tratado com tamanha responsabilidade pois é iniciado desde os primeiros anos de vida da criança, começando a receber todo o repertório cultural, que construirá a formação do caráter e desenvolvimento de habilidades cognitivas e sociais.

Vários fatores contribuíram para o surgimento dos desafios educacionais atuais como as mudanças na sociedade, problemas econômicos e políticos e até mesmo a forma como alguns pais e alunos encaram a Educação, pois ainda no século XXI pais acham que escola é um cuidatório de crianças enquanto eles trabalham. Desta forma, é difícil pensarmos quais são os principais desafios, pois esse tema é muito abrangente, mas, de praxe, sabe-se que algumas coisas necessitam de certa urgência, como: parte estrutural da instituição de ensino, relacionamento com a comunidade escolar e igualdade de ensino.

Mas dentre os mais variados problemas, citam-se alguns: mediar as relações dos alunos com o mundo que os rodeia no contexto da era da informação e tecnologia, a disputa de atenção que o professor trata com a turma e os dispositivos tecnológicos durante o tempo todo. A formação de professores é outro ponto super importante, formação acadêmica na área das licenciaturas, voltada ao futuro campo de trabalho onde os alunos possam experimentar a teoria se aplicando na prática; salas de aula preparadas para trabalhar com alunos que possuem dificuldades de aprendizagem e outros déficits, necessitando de uma atenção especial; professores perdendo muito tempo resolvendo problemas de indisciplina e até precisando trabalhar traumas que as crianças e adolescentes trazem da sua vivência fora da escola; evasão escolar; ampliar a participação dos pais e mostrar para eles quais são os desafios educacionais da atualidade; escolas e docentes de portas abertas para a inovação tecnológica e, por fim, uma gestão que seja pedagógica, democrática e acima de tudo participativa.

O processo de ensino e aprendizagem é muito abrangente e merece um enfoque principal no ato de planejar, pois é por meio dele que o professor tem uma organização metodológica dos conteúdos a serem abordados em sala, diante disso o educador deve ter clareza dos objetivos que pretende atingir com seu trabalho, pois, querendo ou não, esses objetivos um dia estarão inseridos num determinado contexto da vida do educando.

Desta forma, o educador deve ter clareza nos objetivos que pretende atingir com seu

trabalho para que a aula faça sentido na realidade do educando. Por isso que as aulas não devem ser repetições mecânicas e sistemáticas, elas devem ser preparadas com uma finalidade educacional e dialogada e, para que isso aconteça, o educador deve elaborar várias perguntas destacando as ideias principais para que haja interação entre os alunos.

Para que a didática pensada na aula seja alcançada, o planejamento precisa ser constante. Planejar é analisar uma realidade e prever as formas alternativas da ação para superar as dificuldades ou alcançar os objetivos desejados. Para que a ação didática aconteça, é importante analisar alguns quesitos básicos, como: analisar as características do público abrangente, aspectos que vão desde as necessidades e/ou possibilidades dos alunos daquele local, refletir sobre os recursos disponíveis, escolher os recursos de ensino mais adequados para estimular a participação e a interação dos alunos durante a aula e fora dela e principalmente prever os procedimentos de avaliação mais condizentes com os objetivos propostos.

Em suma, para que as práticas aconteçam, o professor deve: analisar, refletir, definir, selecionar, estruturar, distribuir ao longo do tempo e prever formas de agir e organizar, formas de avaliar e, se necessário, reavaliar a prática pensada, bem como os instrumentos utilizados. A seguir apresenta-se a descrição das aulas e oficinas.

IV.2. AULAS

A primeira aula aconteceu no dia 12 de setembro de 2019 pela parte da tarde. Inicialmente mostrou-se para os alunos como seria a organização da sala, das atividades, dos métodos de avaliação e dos conteúdos/conceitos a serem trabalhados. A seguir, explicou-se como funcionava a plataforma CLASSDOJO a qual foi utilizada durante o período de estágio. Na plataforma eram disponibilizados slides das aulas, materiais de estudos, materiais extras para auxílio nos estudos e atividades a serem realizadas. Para o primeiro acesso, foi entregue um código QR code aos alunos, aí eles puderam fazer o cadastro pessoal. A figura a seguir traz um demonstrativo da página inicial do aplicativo, esta, por sua vez, estava disponível para todos os alunos da classe.



Figura 1: Ambiente virtual

Fonte: Autores (2019)

Nos últimos anos, as tecnologias vêm se tornando um instrumento inovador, possibilitando uma infinidade de práticas pedagógicas integradoras, proporcionando, desse modo, a

inserção de conteúdos escolares mediante diferentes abordagens, a partir da utilização de meios midiáticos voltados para o fortalecimento e o desenvolvimento educacional, intelectual e social dos educandos e educadores com uma nova abordagem às práticas educativas.

Existem desejos e perspectivas de renovar e prosseguir no desenvolvimento de melhorias na relação entre educadores e educandos, tendo em vista os benefícios que as tecnologias oportunizam. Ensinar Física com o uso das tecnologias pode possibilitar, ao professor, novas perspectivas quanto à sua atuação como docência.

Neste sentido, Borba, (2010, p. 15) comenta que:

[...] trabalhar com os computadores abre novas perspectivas para a profissão docente. O computador, portanto, pode ser um problema a mais na vida já atribuída do professor, mas pode também desencadear o surgimento de novas possibilidades para o seu desenvolvimento como um profissional da educação.

Durante as aulas, a utilização do livro didático também se fez importante pelo fato de ele estar bem estruturado contendo, no início de cada tópico, um resumo sobre o que seria aprendido naquele capítulo. A linguagem utilizada pelo autor era acessível para o aluno, as questões propostas ao final de cada capítulo eram quase todas retiradas de vestibulares e as imagens e ilustrações que ele trazia, conseguiam trazer a realidade dos conteúdos trabalhados.

Após essa primeira conversa, foi iniciada uma breve discussão sobre a evolução da máquina a vapor, passado esse primeiro momento explicou-se sobre a evolução desta. Explicou-se para os alunos que, caso o homem tivesse aperfeiçoado a máquina a vapor antes do início da primeira revolução industrial, estar-se-ia há anos-luz de evolução.

No meio da aula foi realizado um experimento, a máquina de Heron de Alexandria com experimento da eolípila que tem por objetivo rotacionar em seu próprio eixo a partir da pressão que é liberada por dois canudos laterais, a partir de uma pressão e de uma fonte de calor externa que está disposta abaixo do objeto. Como tarefa de casa, os alunos teriam que responder um questionário que estava disposto, tanto na plataforma quanto no grupo de WhatsApp da turma, acerca dos conteúdos trabalhados em aula.

O uso de tecnologias dentro da sala de aula se faz necessário tendo em vista as múltiplas possibilidades. Sobre isso, segundo Moran, (2008, p.170):

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

A segunda aula aconteceu no dia 19 de setembro de 2019 no período Vespertino. A aula

começou com a retomada dos tópicos estudados na aula anterior, depois disso, iniciou-se com os parâmetros básicos e com alguns questionamentos sobre a termodinâmica que, dentre eles destaca-se: a energia interna, o trabalho e o calor. Foram explicados os conceitos no quadro com o auxílio de painéis e concluindo os estudos desses tópicos, seguiu-se mostrando a relação de troca de calor entre corpos no ambiente para, em sequência, definir a Lei Zero da Termodinâmica e subsequente, a Primeira Lei.

Ao final desta aula foi desenvolvido um experimento junto com os alunos sobre transformações isobáricas. Esse experimento tinha por objetivo mostrar aos alunos que, ao aquecer uma série de partículas, estas, por suas vez, entraram em agitação dentro de um recipiente fechado fazendo com que a pressão aumentasse e, para que essa pressão fosse possível de se ver, um balão na ponta desse recipiente foi colocado, assim, toda a pressão exercida pela fonte de calor concentrou-se no balão.

A terceira aula foi realizada no dia 10 de outubro de 2019. Nesta aula, alguns tópicos foram lembrados, dentre eles, a troca de calor, Lei Zero da Termodinâmica, trabalho, variação de energia e as transformações termodinâmicas e, depois disto, alguns exercícios foram resolvidos em sala.

Depois da correção dos exercícios, passou-se para o conceito de expansão livre, assunto que adentra nos princípios da Primeira Lei da Termodinâmica e, no final da aula, foi realizado um KAHOOT para verificação acerca da construção final dos conhecimentos obtidos em sala.

Como na quarta aula foi realizada a oficina, a quinta aula aconteceu no dia 17 de outubro de 2019. Inicialmente foi trabalhado sobre calor específico dos gases, adentrando quase na Segunda Lei da Termodinâmica. Desta forma foram trabalhados os conteúdos de volume constante, pressão constante e volume e pressão variáveis de um gás, depois disso começou-se a abranger as máquinas térmicas, conteúdo que foi pré trabalhado na primeira aula. A imagem a seguir mostra a construção do motor de Stirling, o mesmo foi trazido para a sala pois nesta aula foi iniciado o conteúdo das máquinas térmicas.



Figura 2: *Motor de Stirling*

Fonte: Autores (2019)

Na sequência foi mostrado um vídeo em sala de como funcionava a locomotiva a vapor e, ao final da aula, foi realizado um teatro onde o estagiário vestiu-se com capuz e com um chapéu enunciando as duas frases ditas por Max Planck e por Flávio sobre o rendimento da máquina térmica. Como tarefa de casa daquele dia, os alunos teriam que responder um questionário que estava disposto, tanto na plataforma quanto no grupo de WhatsApp da turma, acerca dos conteúdos trabalhados naquela aula.

A aula subsequente foi realizada no dia 31 de outubro de 2019, pós segunda oficina. Inicialmente foram realizados alguns exercícios acerca do rendimento de uma máquina térmica, depois disso foi trabalhado o Ciclo de Carnot. Com isso foram explicados os postulados criados e, ao final da aula, jogou-se o dominó das perguntas. Na foto a seguir, os alunos estão se organizando para iniciar o jogo dos dominós.

A última aula aconteceu dia 7 de novembro de 2019. Inicialmente foi realizado um resumo de todas as aulas, onde foi passado pelo experimento do Heron de Alexandria. Em sequência, no trabalho energia e calor, das trocas de calor envolvidos entre ambiente, da Lei Zero da Termodinâmica, os princípios fundamentais para a Primeira Lei, o movimento de expansão livre, passando para a construção do motor de Stirling que foi fundamental para o entendimento da Segunda Lei da Termodinâmica, a troca de calor entre o ambiente, depois o rendimento de uma máquina térmica passando pelo Ciclo de Carnot que havia sido abordado na última aula e chegando ao Ciclo de Otto, desta forma foi explicado qual era a sua função e o seu funcionamento. A figura a seguir mostra uma geladeira que foi utilizada em sala para a explicação dos conceitos.

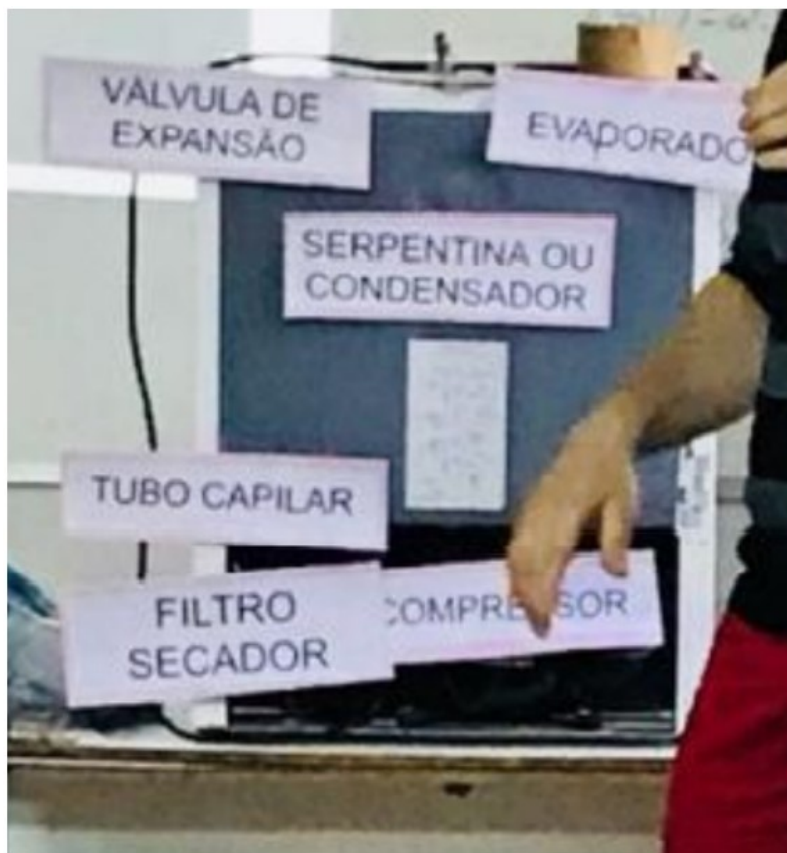


Figura 3: *Geladeira*
 Fonte: Autores (2019)

A aula foi finalizada com a explicação do funcionamento das geladeiras de sua criação pois, como bem sabem, o funcionamento da geladeira é um processo de troca de calor como de uma máquina térmica. Para término da disciplina, solicitou-se para os alunos que entregassem um mapa conceitual acerca dos conteúdos compreendidos por cada aluno.

De maneira análoga, mapas conceituais podem ser usados para mostrar relações significativas entre conceitos ensinados em uma única aula, em uma unidade de estudo ou em curso inteiro. São representações concisas das

estruturas conceituais que estão sendo ensinadas e, como tal, provavelmente facilitam a aprendizagem dessas estruturas, (MOREIRA, 2009, p 128).

IV.3. OFICINA DIDÁTICA

A primeira oficina aconteceu no dia 11 de outubro de 2019 no período matutino. Cada grupo utilizava uma bancada para fazer a construção do motor, o grupo tinha disposto em cima de uma mesa todos os materiais necessários para a construção do mesmo e junto disso, foi entregue um roteiro com a sequência das montagens. As salas continham ainda um datashow onde estava sendo reproduzido um vídeo de como poderia se montar o motor.



Figura 4: *Construção do motor*
Fonte: Autores (2019)

O vídeo serviu de auxílio para os alunos, caso eles não compreendessem o que estava descrito no roteiro. Por precaução, o estagiário estava equipado com materiais de primeiros socorros, pois estava-se trabalhando com materiais cortantes arma branca para a construção do motor.

Portanto, para planejar a instrução consistente com a teoria de Ausubel, A primeira é usualmente tarefa difícil é a identificação dos conceitos básicos

da matéria de assunto e de como eles estão estruturados, uma vez resolvido esse problema deve-se dar atenção aos outros aspectos, (AUSUBEL, 1968, p. 152).

A atividade foi desenvolvida por cerca de 1 hora e 20 minutos. Durante todo esse período os alunos solicitaram auxílio ao professor por diversas vezes desde a marcação de algumas medidas até para manusear alguns instrumentos cortantes. É válido salientar que a maneira a qual os grupos foram dispostos para ficarem com poucos integrantes, deve-se pelo fato que, sendo assim, todos os membros poderiam trabalhar no desenvolvimento da máquina. O modelo de motor a ser construído é o mesmo que o site MANUAL DO MUNDO aborda em um dos seus vídeos no canal YOUTUBE.

Ao final da aula os alunos guardaram todos os materiais, deixaram organizada dentro de uma caixa a construção de cada motor para que, num período extraclasse, eles pudessem terminar essa atividade. Vale ressaltar que foram disponibilizados quatro períodos extraclasse para o término da construção do motor, inicialmente, no cronograma, apenas uma aula havia sido planejada para a construção do mesmo. Como houve pouca procura durante os períodos disponibilizados, foi necessária mais uma aula para o término do mesmo. Ao todo foram desenvolvidos 8 motores de Stirling.

IV.4. RECUPERAÇÃO PARALELA

O processo de educar juntamente com o processo de humanizar são termos indicotomizáveis, onde utiliza-se de um para chegar ao outro. Educar objetiva formar e transformar seres humanos, tendo em vista os processos de mudança dos sujeitos dentro de suas capacidades intelectuais (sendo elas físicas ou motoras), atualizando suas potencialidades e tornando-os humanos para conviver em sociedade. Para que isso aconteça, o educador deve promover Educação autêntica que promova a dignidade das pessoas, a harmonia entre elas, que sejam capazes de fazerem-se, construírem-se, inventarem-se, desenvolverem-se, pois não nascemos prontos e completos de saberes.

O processo de humanização se vê junto do ato de educar, pois educar é promover o outro por meio do conhecimento. E promover o outro é uma tarefa humanizadora. Sendo assim, o processo de conscientização e diálogo é o único por meio do qual os seres humanos podem se tornar sujeitos no processo educativo, bem como na construção de sua humanidade. Dessa forma, indica-se que todo processo pedagógico deve partir da compreensão que o ser humano tem do próprio processo de humanização.

A utilização da recuperação paralela deu-se da seguinte forma: ao final de cada aula era entregue uma folha para os alunos com algumas orientações, nesta folha os alunos deveriam desenvolver uma questão e em seguida respondê-la de acordo com aquilo que havia sido aprendido em aula. No total foram elaboradas 180 questões, dos mais variados tipos, como: questões de assinalar, questões de completar frases, questões de cálculo e até charadinhas.

V. CONSIDERAÇÕES

Com relação aos espaços utilizados para as práticas em si, eles proporcionaram e comportaram a quantidade suficiente de alunos que era esperada. Porém há de se lembrar que, para a execução de alguns experimentos, foi necessária a utilização de materiais de outras instituições de ensino.

Com relação à turma, nas aulas e nas práticas, foi notado grande interesse pela parte da construção e no desenvolvimento dos experimentos. A turma em si também é organizada, respeitosa e tranquila no espaço de estudo. A entrega das atividades foi para todos os alunos dentro da data exigida.

Com relação às atividades desenvolvidas pelos alunos, (pré teste, resolução dos problemas e a construção do mapa conceitual) eles apresentaram dados satisfatórios quanto aos níveis esperados. Estes objetivos foram alcançados pois os alunos eram interessados com o assunto e já haviam tido uma base com o professor regente da turma.

Um fator importante a se considerar é que os mapas conceituais foram feitos cada um de sua maneira, pois não havia um padrão de construção a ser seguido, desta forma o estagiário recebeu 33 mapas conceituais diferentes.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. *Educational psychology: A cognitive view*. Nova York, Holt, Rinehart and winston INc., 1968.

BRASIL.MEC.CNE/CP. *Parecer número 28 de 02 de outubro de 2001*. Disponível em <<http://portal.mec.gov.br/sesu/>>. Acesso em 21 de jun de 2019.

BORBA, M.C. *Informática trará mudanças na educação brasileira*. Zetetiké, Campinas, v.4, n.6, p.123-4, jul. /Dez. 1996.

INSTITUTO. Plano Político Curricular. *Curso técnico em alimentos*, Instituto Federal Catarinense, 2015. Blumenau, 2014,pg. 1- 140.

INSTITUTO. *Projeto Político Pedagógico Institucional: Curso Superior de Física - Licenciatura*. Instituto Federal Catarinense, 2. Blumenau, 2014,pg. 1- 140.

INSTITUTO. Residência Pedagógica. Disponível em <<http://ifc.edu.br/residencia-pedagogica/>> Acesso em 10 de nov de 2019.

MORAN, J. M. *Desafios na Comunicação Pessoal*. Gerenciamento integrado da comunicação pessoal, social e tecnológica. 3ª Ed. São Paulo: Paulinas, 2008.

MOREIRA, M. A. *Aprendizagem Significativa: A teoria de David Ausubel*, 2009.

PIMENTA, S. G.; LIMA, M. S. L. *Estágio e docência*. 7 Ed. São Paulo: Cortez, 2012.

REGO, T.C. *Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação*. 24. Ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2013.



ESTUDO DA CONSERVAÇÃO DA ENERGIA MECÂNICA COM O AUXÍLIO DO SOFTWARE EDUCACIONAL *Modellus*

J. C. MANFÉ¹, L. L. ALVARENGA¹, F. L. EVANGELISTA¹

¹Licenciatura em Física, Instituto Federal Catarinense - *Campus Concórdia*

Resumo

Este trabalho relata as atividades realizadas na residência pedagógica com a turma 1A do 1o no do ensino médio do curso técnico em agropecuária integrado ao ensino médio do instituto federal catarinense (IFC) Campus concórdia. A teoria utilizada foi a da Aprendizagem Significativa de David Ausubel para embasar as atividades concernentes à Residência Pedagógica, tendo como metodologia a experimentação computacional e o tema da oficina didática a Conservação da Energia Mecânica. Desse modo, o objetivo era contribuir para a aprendizagem dos alunos com o Software educacional Modellus, proporcionando aos alunos o trabalho em duplas no laboratório de informática da instituição, para que estes manuseassem o programa e respondessem às atividades elaboradas. Tendo como resultado nos alunos a demonstração de mais interesse e facilidade na compreensão do conteúdo com a visualização dos fenômenos físicos.

Palavras-chave: *Aprendizagem significativa. Conservação da Energia Mecânica. Software Educacional Modellus.*

I. INTRODUÇÃO

Este trabalho consiste em relatar as atividades pedagógicas, realizadas na turma 1A do curso técnico de agropecuária integrado ao ensino médio do Instituto Federal Catarinense *Campus Concórdia*. Estas atividades estão vinculadas ao programa da Residência Pedagógica (RP) na qual visa oportunizar práticas ao docente, proporcionar conhecimento e experiências ao acadêmico do curso de Física, bem como contato com o futuro campo profissional do professor, validando o estágio supervisionado II do curso de Licenciatura em Física do IFC.

O objetivo geral deste trabalho consiste na imersão da residente no futuro campo de trabalho a escola para adquirir experiência e obter conhecimentos sobre o funcionamento pedagógico da mesma.

Além disso, podemos destacar, como objetivos específicos; O trabalho com novas metodologias, principalmente com simuladores computacionais, para se adequar à teoria

construtivista da Aprendizagem Significativa de Ausubel; Conhecimento prévio dos alunos nos conteúdos abordados; Demonstrações visuais dos fenômenos físicos.

As atividades, tanto na docência quanto da oficina didática, foram embasadas na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel. Além disso, foram utilizados três tópicos para a compreensão da ferramenta didática, sendo estes: tecnologias da informação e comunicação (TICs), simulações e animações computacionais no ensino de Física e o software educacional *Modellus*.

II. ASPECTOS METODOLÓGICOS

As atividades relativas à Residência Pedagógica ocorreram com a turma 1A do curso técnico de Agropecuária integrado ao Ensino Médio do IFC *Campus* Concórdia. As aulas foram ministradas no período vespertino no horário das 16h00min às 17h30min, com duração de 45 minutos cada, sendo estas, divididas em sete encontros em sala de aula, uma oficina didática no laboratório de informática e quatro períodos de monitoria.

A oficina didática teve como objetivo geral desenvolver uma proposta de ensino por meio das simulações computacionais, usando o software *Modellus* para facilitar a compreensão dos conceitos físicos anteriormente estudados em sala de aula.

A oficina teve como referencial teórico a aprendizagem significativa de David Paul Ausubel. Para execução da oficina foram utilizadas 2 horas/aula. O assunto proposto foi a Conservação da Energia Mecânica, uma sugestão entre orientador, residente e o professor regente da turma.

III. DISCUSSÃO TEÓRICA

Será apresentado, a partir deste momento, o embasamento ou fundamentação teórica sobre a Residência Pedagógica (RP), bem como, as principais ideias norteadoras da aprendizagem significativa de David Ausubel. Para encerrar, será apresentado um resumo sobre os procedimentos metodológicos que envolvem simulações no ensino de Física, em especial, com a utilização do software educacional *Modellus*.

III.1. RESIDÊNCIA PEDAGÓGICA

O Ministério da Educação (MEC) lançou o Programa de Residência Pedagógica (RP), elaborada pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), como também o processo de reformulação do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID). Ambos os programas tem como principal objetivo o aperfeiçoamento na formação prática de acadêmicos dos cursos de Licenciatura e melhorarias na formação inicial dos futuros professores (FALZETTA, 2017).

Além disso, a RP oportuniza aos acadêmicos, por meio de projetos, compreenderem a relação entre teoria e prática, cumprindo os requisitos para validação do estágio obrigatório e disponibilizando um auxílio financeiro. Destaca-se também, a oportunidade do licenciando estar em sala de aula, assim como, adquirir experiência com o ambiente escolar.

A RP apresenta algumas características específicas como a carga horária ampliada, orientação das atividades pedagógicas, experiências, concepções, percepções, sendo possibilitado o seu compartilhamento pelo grupo no momento das reuniões entre os gestores e os residentes.

Desta forma, o que se pretende é preparar o licenciando para a futura atuação docente. De modo que as experiências vivenciadas na Residência Pedagógica irão contribuir para a construção da identidade, dos saberes e das posturas específicas necessárias ao exercício profissional docente (PIMENTA; LIMA, 2011, p. 61).

III.2. TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL

De maneira geral, a Teoria Ausubeliana centra-se na chamada aprendizagem significativa. Para Ausubel, um indivíduo aprende a partir da organização, modificação e integração do conteúdo total, sejam ideias ou informações de sua estrutura mental (MOREIRA, 2011).

A aprendizagem significativa está intimamente relacionada ao conhecimento prévio do aluno, o que Ausubel chama de subsunçor. Segundo ele, aquilo que o aluno já sabe ou já conhece, deve ser tomado como ponto de partida no processo de ensino-aprendizagem, a fim de ancorar a assimilação de um novo conhecimento (*ibid*).

Assim, a aprendizagem terá caráter significativo quando o novo conteúdo conectar-se de forma objetiva, relevante e não arbitrária com os conceitos subsunçores, incorporando-se a estrutura cognitiva, de modo que a interação entre conceitos do domínio do aluno e do domínio científico, devem resultar na modificação dos subsunçores (*ibid*).

Para o ensino, tais ideias implicam na necessidade de utilização de um pré-teste para verificar a condição dos subsunçores existentes e identificar materiais potencialmente significativos. Concomitantemente, Ausubel defende o uso dos chamados organizadores prévios, apresentados antes do objeto de estudo em si, a fim de servir como elos cognitivos entre o que o estudante já sabe e o que deve saber (*ibid*).

Neste contexto, enfatiza-se que o principal papel do professor é informar-se sobre o nível da estrutura cognitiva preexistente do seu aluno para posteriormente, com base no que foi identificado, ensinar de acordo com que o aluno já sabe. Além disso, o docente deve auxiliar o estudante na assimilação dos novos conteúdos, na criação de novos significados para os conhecimentos prévios e, principalmente, na reorganização da estrutura cognitiva (*ibid*).

III.3. TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TICs)

A inserção da informática no ensino de Física, através das chamadas tecnologias da informação e da comunicação (TICs), tem sido cada vez mais comum, pois representam uma oportunidade para que o professor possa desvencilhar-se do ensino tradicional e explorar novas ferramentas. Por sua vez, para o aluno é a chance de aprofundar a compreensão de fenômenos físicos essencialmente abstratos (PIRES JÚNIOR, 2012).

As diversas vantagens da utilização de Tecnologias da Informação e Comunicação como ferramenta didática incluem a versatilidade dos recursos de aplicativos além do seu caráter motivacional, visto que atrai o interesse do aluno. Por conseguinte, destaca-se a

visualização de fenômenos físicos em demonstrações simuladas, sem a necessidade de manipular equações matemáticas, priorizando-se a aprendizagem conceitual e significativa (*ibid*).

Existem ainda uma variedade de aplicações das novas tecnologias, como aplicativos, simulações e animações, ambientes de modelagem e construção de gráficos, com destaque aos *softwares* educacionais. O uso correto de tais recursos pode contribuir para o ensino de Física com melhor qualidade, a estimulação da criatividade e da imaginação e promover a conexão da teoria com a realidade.

As estratégias para utilização das TICs em sala de aula dependerão da intenção do ensino - aprendizagem assumida pelo professor. Simulações computacionais e *softwares* podem ser usados, por exemplo, como laboratório de Física. Enfatiza-se, porém, que estas novas tecnologias não substituam o experimento real, mas apresentem novas possibilidades de exploração, podendo-se repetir processos, acompanhar a evolução temporal de determinado fenômeno e reforçar a integração entre teoria e experimento (PIRES JÚNIOR, 2012).

Os recursos computacionais também podem ser aplicados em aulas expositivas, com o objetivo de auxiliar nas demonstrações, assim como em atividades em grupo a partir roteiros estruturados (PIRES JÚNIOR, 2012). Ademais contribuem para a contextualização de conteúdos e verificação de conhecimentos prévios, a fim de que os alunos internalizem os novos conceitos com informações já conhecidas (VASCONCELOS; LEÃO, 2017).

III.4. ANIMAÇÕES E SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS NO ENSINO DE FÍSICA

As animações e simulações têm por objetivo imitar um procedimento e experimento ou até mesmo situações que não podem ser produzidas no mundo real. O principal objetivo é a compreensão e visualização de determinados fenômenos físicos. Uma simulação contempla uma animação, sendo mais abrangente, pois permite ao aluno não somente manipular o evento, mas conhecer ou modificar as relações entre as grandezas físicas presentes (MACEDO, 2009).

Os recursos ou materiais para experimentação em Física são pouco utilizados nas escolas e os estudantes possuem acesso restrito a este tipo de equipamento. Entretanto, a simulação computacional apresenta recursos didáticos mais práticos e gratuitos sem a necessidade de assimilação de materiais que exigem tempo para compreendê-los.

A dificuldade no ensino de Física ocorre na hora de explicar determinados assuntos de difícil visualização, pois figuras, palavras e gestos se tornam abstratos. As simulações possibilitam aos alunos observar o desenvolvimento e sanar a deficiência que possuem em Matemática e Física, melhorando assim a aprendizagem.

Segundo Veit e Araújo (2005, p.5 *apud* MACEDO, 2009) temos que:

A modelagem computacional aplicada a problemas de Física transfere para os computadores a tarefa de realizar os cálculos - numéricos e/ou algébricos - deixando o físico ou o estudante de Física com maior tempo para pensar nas hipóteses assumidas, na interpretação das soluções, no contexto de

validade dos modelos e nas possíveis generalizações/expansões do modelo que possam ser realizadas.

Outro fator interessante é que as animações são atrativas para os alunos, elas podem desenvolver habilidades do raciocínio crítico, como: porque ocorre determinado fenômeno e como isso acontece. Isso consequentemente contribui para uma maior reflexão e na própria aprendizagem do estudante.

III.5. SOFTWARE *Modellus* NO ENSINO DE FÍSICA

O físico norte americano Alfred Borks foi o pioneiro na utilização do computador como ferramenta no processo de ensino e aprendizagem (PIRES JÚNIOR, 2014).

A informática assume papel fundamental nas inovações tecnológicas na educação, mais precisamente no ensino de Física, além de apresentar várias aplicações, apresentações, modelagens, simulações e animações (*ibid*).

O software *Modellus* foi criado por Vitor Duarte Teodoro, com a colaboração de João Paulo Duque Vieira e Filipe Costa Clérigo. Percebe-se que o software contribui para melhorar o ensino de Física, ou seja, é mais um recurso disponível para ensinar a disciplina.

O programa descreve o modelo matemático no qual representa o fenômeno e realiza simulação computacional, sendo que o mesmo é disponível gratuitamente na internet (VIEIRA, 2016). Entretanto o programa exige que o usuário domine funções e equações diferenciais, ou seja, para o aluno visualizar o fenômeno físico, o professor deve ser o facilitador dessa aprendizagem.

Compreende-se que o uso de tecnologias no ensino de Física se torna menos abstrato e mais concreto com a visualização do fenômeno a ser estudado, contribuindo para a aprendizagem significativa.

Estratégias de ensino, como a modelagem computacional, permite que o conhecimento do aluno seja desenvolvido não a partir da ideia de uma ciência pronta e acabada, mas a partir da construção desses modelos tornando esse processo mais amplo e significativo (ANDRADE MARCELO, 2016).

IV. RESULTADOS

IV.1. DOCÊNCIA

O primeiro dia de docência ocorreu no dia 03 de setembro de 2019. A turma constituída por 34 alunos, quase todos na faixa dos 14 e 15 anos de idade. Conforme realizado na etapa II da Residência Pedagógica, em que o foco era na observação de aspectos didáticos pedagógicos da turma, foi desnecessário apresentações, pois a turma já conhecia a residente.

Os conteúdos trabalhados seguiram a sequência programada no plano de ensino, pelo professor regente. O assunto principal e norteador das atividades foi a Conservação da Energia Mecânica assunto que foi trabalhado na oficina didática. Porém, antes disso, foram trabalhados os seguintes tópicos: Trabalho de uma força e potência média, energia mecânica,

conservação da energia mecânica, quantidade de movimento, impulso, teorema de impulso e colisões mecânicas.

No decorrer das aulas os procedimentos mais utilizados, como método didático, foram: aula expositiva-dialogada com uso de imagens para visualização dos fenômenos físicos, vídeos didáticos, utilização de software educacional como o programa *Modellus*, resolução de exercícios, contextualização e gincana didática. Utilizou-se um pré-teste para verificar os conhecimentos prévios dos alunos como indica a teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e amplamente defendida por Moreira (2011) já mencionado neste trabalho. Portanto, fez-se uso de simulações computacionais, resoluções de problemas, exemplos do cotidiano com materiais ou ferramentais potencialmente significativas no trabalho em sala de aula.

Por exemplo, com intuito de identificar o que os alunos compreendiam sobre determinado assunto, a residente perguntou o que os estudantes entendiam pela palavra trabalho. Alguns alunos responderam que era uma tarefa cotidiana ou a execução de algo manual. Sendo assim, seguiu-se a devida explicação sobre o conceito de trabalho em Física com a utilização do projetor multimídia e exemplos pertencentes ao cotidiano dos alunos. Esse diálogo tinha como finalidade conhecer os seus subsunçores naquele momento, conforme prega a teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel.

Após as explicações de acordo com a teoria de Ausubel, é de suma importância o aluno conseguir compreender e organizar os conhecimentos trabalhados em sala de aula, portanto, a aula deve e foi direcionada para a visualização daqueles conceitos, isto é, de maneira concreta e não abstrata. A aula distanciou-se da aprendizagem mecânica e neste sentido, o Software Educacional *Modellus* contribuiu para isso (Figura 1).

Os alunos demonstravam interesse na utilização do *Modellus*, devido à visualização dos fenômenos físicos, antes trabalhados de forma teórica e agora de maneira visual. Isto despertou a participação e interesse dos alunos.

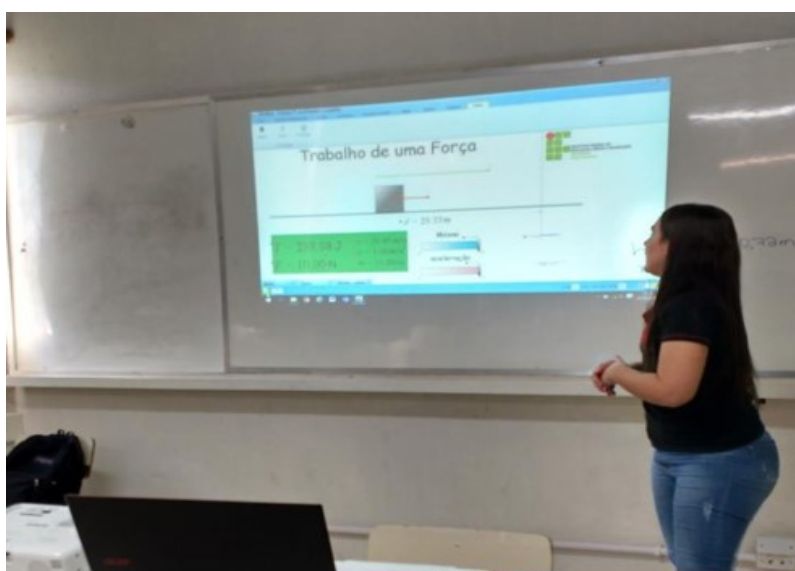


Figura 1: Simulação de Trabalho (Software *Modellus*)
Fonte: Autores (2019)

Na semana seguinte, antes de iniciar o conteúdo, foi realizada novamente uma atividade com a intenção de se perceber os organizadores prévios dos alunos. Deste modo, os estudantes receberam palavras chaves. O propósito da atividade (Figura 2) era colar no quadro a palavra-chave com o texto correspondente, o que possibilitava a visualização se os alunos interpretaram de maneira correta ou não, o problema recebido.



Figura 2: *Estudantes desenvolvendo atividade*

Fonte: Autores (2019)

Ocorreram diversas atividades de resolução de exercícios ao final de cada aula, sendo estes em dupla com o objetivo de contribuir para a aprendizagem dos mesmos. As questões trabalhadas apresentavam cálculos matemáticos, questões descritivas e de múltipla escolha. Sendo de suma importância, questões para a aprendizagem do aluno por meio do estímulo de seu raciocínio lógico.

No decorrer das aulas expositivas e dialogadas, o assunto energia mecânica proporcionava o uso de vídeos e figuras para melhor assimilação dos fenômenos físicos, sendo bem vistos pelos alunos, o que contribuiu para a aprendizagem. De modo que os estudantes demonstravam interesse e consequentemente a intenção era de manter a atenção dos mesmos. O que está de acordo com a teoria de Ausubel, pois o estudante deve apresentar uma predisposição para aprender (MOREIRA, 2011).

Durante as aulas (Figura 3) foi percebida a necessidade de utilização de exemplos da Física no cotidiano dos alunos, pois isso fornecia mais questionamentos e dava sentido ao conteúdo trabalhado. Além do mais, foi desenvolvido uma atividade em que os alunos deveriam resolver os exercícios no quadro branco, com a finalidade de praticar as questões, solucionar os problemas e interagir com o conteúdo estudado.

A gincana foi desenvolvida individualmente, pois a situação era ditada pela residente e desenvolvida pelos alunos em suas carteiras. O aluno que se dispusesse a ir ao quadro branco e resolver a questão proposta ganhava uma gratificação ou um bônus. O objetivo não era premiar os alunos, mas sim, proporcionar um momento para que esclarecessem suas dúvidas entre eles e com a residente.



Figura 3: *Estudantes resolvendo atividades*
 Fonte: Autores (2019)

As aulas seguintes tiveram a mesma sistemática: breves revisões dos conteúdos estudados nos encontros anteriores, para permitir a assimilação do novo conhecimento. Notou-se que a maioria dos alunos apresentava dificuldade na matemática básica, portanto, conforme o PPC do curso, disponibilizou-se a monitoria, entretanto, os alunos manifestavam maior preocupação quando a atividade valia nota.

No decorrer das aulas os estudantes se mostravam dispersos, sendo necessário chamar a atenção para evitar conversas paralelas, entretanto se comportavam de maneira respeitosa e com empenho em aprender.

IV.2. OFICINA DIDÁTICA

Conforme os alunos já haviam estudado previamente em sala de aula o assunto referido, introduziu-se em um primeiro momento um pré-teste, a finalidade era analisar o que os alunos compreenderam sobre o conteúdo e fazer uma comparação e verificação dos conhecimentos que obteriam. Estando de acordo com a teoria da aprendizagem significativa, pois o professor deve conhecer o que o aluno já sabe e ensinar de acordo com esta informação (MOREIRA 2011).

A segunda etapa da oficina, aconteceu no laboratório de informática e se organizaram em duplas (Figura 4) para a realização da atividade, no qual houve o primeiro contato para manuseio do Software educacional *Modellus* exibido nos computadores. A maioria mostrou interesse e seguiu as orientações da residente para manipular o programa.



Figura 4: *Estudantes em contato com o programa*
Fonte: Autores (2019)

A atividade conforme o roteiro continha 40 questões de múltipla escolha, na qual se referia a Conservação de Energia Mecânica, além de questões sobre energia cinética, energia potencial gravitacional, e energia potencial elástica. Os alunos visualizavam os fenômenos físicos com o auxílio do *Modellus* (Figura 5). Foi percebido que as simulações computacionais, criadas no software *Modellus* ajudaram os alunos a compreender quando a energia conserva e quando ela se dissipa. Este material é classificado por Ausubel como potencialmente significativo, podendo contribuir para uma melhor compreensão do assunto, de maneira relacionável e não arbitrária como uma estrutura cognitiva (MOREIRA, 2011).



Figura 5: *Estudantes visualizando atividades do Modellus*
Fonte: Autores (2019)

As simulações mostravam o desenvolvimento do objeto, a trajetória descrita, os gráficos, bem como descrevia sua massa, velocidade e o tempo gasto no percurso. Os estudantes tiveram a oportunidade de analisarem diversas vezes a simulação computacional, para não

terem dúvidas, o que tornava os fenômenos estudados de fácil compreensão para conduzir a uma aprendizagem significativa.

A prática computacional motivou a turma para o trabalho e também para interagir com o colega, por meio de discussões, reflexões e análise do que estava acontecendo. A atividade foi bem aceita pelos alunos, entretanto pelo fato da turma apresentar um grande número de alunos houve dificuldade de comunicação, desencadeando a necessidade da residente ter que explicar a atividade várias vezes.

Posteriormente, concluída a explanação recorrendo às simulações computacionais como elemento avaliativo, os alunos entregaram a atividade desenvolvida, sendo este instrumento para verificação da aprendizagem significativa.

Por conseguinte, com as notas obtidas (Figura 6) e os comentários dos alunos após o término das atividades e simulações computacionais foi possível analisar a importância do tema escolhido para o trabalho, de modo que A Conservação de Energia Mecânica trabalhada somente em sala de aula, por si só, torna-se abstrata e não contribui para a efetiva aprendizagem, ficando claro na correção do roteiro, tendo um resultado satisfatório.

9,75

INSTITUTO FEDERAL CATARINENSE
Campus Concórdia

Acadêmica: Júlia Cristina Manfê Aluno: Giovanni S. Stajani

Licenciatura em Física

Atividade I: Corpo lançado verticalmente para cima do solo

Situação: Vamos jogar, verticalmente para cima, uma bola de futebol com massa de 0,7 kg com uma velocidade inicial de 20m/s. A bola sobe até atingir o ponto de altura máxima e após retorna ao solo. De acordo com a situação demonstrada na animação, responda:

- 1) Quanto vale a energia mecânica do sistema no solo?
☐ zero
☒ 140 J
☐ maior que 140 J
- 2) E no ponto de altura máxima, quanto vale a energia mecânica do sistema?
☐ não se pode afirmar
☒ 140 J
- 3) De acordo com a resposta das duas questões anteriores, podemos afirmar que a energia mecânica do sistema:
☒ se conservou
☐ se dissipou em outra forma de energia
☐ zerou
- 4) Para que a energia mecânica de um sistema se conserve, o que deve acontecer:
☐ atuar apenas forças dissipativas
☐ não atuar forças conservativas
☒ atuar apenas forças conservativas
- 5) No ponto de lançamento (solo) o valor da energia cinética é:
☐ zero
☒ 140 J
☐ menor que 140 J
- 6) No ponto de altura máxima, quanto vale a velocidade da bola de futebol?
☒ zero
☐ 20m/s
☐ 10m/s
- 7) E por consequência, quanto vale a energia cinética?
☒ zero
☐ 140 J
☐ não é possível responder
- 8) No ponto de lançamento (solo) o valor da energia potencial gravitacional é:
☐ 140 J
☒ zero
☐ máxima

Figura 6: Questionário respondido por estudantes
Fonte: Autores (2019)

IV.3. ESTUDOS DE RECUPERAÇÃO PARALELA

De acordo com o PPC do curso do IFC o aluno tem direito à recuperação paralela, entretanto o professor pode escolher de que forma será aplicado para a turma. Sendo assim, a residente desenvolveu este momento com uma revisão do conteúdo em horário de aula e disponibilizou um período para monitoria.

A revisão envolveu os seguintes assuntos: trabalho e potência, energia mecânica e quantidade de movimento. A intenção era proporcionar um momento para os alunos tirarem suas dúvidas (Figura 7) e compartilharem com a turma. Desta forma, a residente utilizou o projetor multimídia para explicar novamente o conteúdo e passou uma lista de exercícios para os alunos resolverem em grupos.

Em outro momento a residente disponibilizou um horário para a monitoria. O período escolhido foi das 12h00min às 13h30min. Nesta ocasião houve participação de alunos de outras turmas, evidentemente com a finalidade de compreender e resolverem alguns exercícios.



Figura 7: Aluna tirando dúvida

Fonte: Autores (2019)

V. CONSIDERAÇÕES

A Residência Pedagógica proporcionou uma vivência do ambiente escolar futuro campo de atuação profissional. Este momento contribuiu para uma melhor impressão, principalmente na área do ensino de Física. Mediante as atividades e experiências vivenciadas em sala de aula, compreendeu-se muito sobre a relação entre professor e aluno e as metodologias a serem utilizadas, tais como os recursos disponíveis para a docência.

No decorrer das atividades desenvolvidas, os pontos de destaque foram, a docência e a

oficina didática, pois se aplicaram metodologias de ensino diferenciadas e presenciado a dificuldade de estruturar, planejar, e aplicar as aulas para os estudantes de Ensino Básico. Entretanto, percebeu-se que os alunos aprendem melhor os conteúdos trabalhados em sala de aula com o auxílio de simuladores computacionais, pois o mesmo proporciona, por meio da visualização, um ensino mais fundamentado.

Podemos assim afirmar, que os objetivos traçados para este projeto foram alcançados, visto que o trabalho com a Conservação da Energia Mecânica foi facilitado pela aplicação de animações criadas mediante o uso software *Modellus*. Outro ponto a ser destacado, é a parte visual dos fenômenos físicos, no qual os alunos demonstraram interesse, sendo este atrativo e uma ferramenta de fácil inserção em sala de aula.

Como a teoria de Ausubel nos mostra, cabe ao professor inserir aspectos que relacionam o cotidiano do aluno, evidentemente, a simulação computacional proporciona interesse maior por parte dos estudantes, deixando as equações e o processo de memorização em um segundo plano.

Portanto, o contato com a sala de aula contribuiu para a residente consolidar o futuro na docência, tendo como objetivo o planejamento de aulas diversificadas e dinâmicas, bem como estruturadas de forma a contribuir para o ensino e a aprendizagem.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, M. E. *Simulação e modelagem computacional com o software Modellus: aplicações práticas para o ensino de Física*. São Paulo 2016: Editora Livraria da Física. Disponível em: <http://mnpef.blumenau.ufsc.br/files/2017/05/\protect\unhbox\voidb@x\bgroup\def{Modellus}\let\futurelet\@let@token\let\def{,}\def{,}\skip@\lastskip\unskip\@@italiccorr\hskip\skip@\def{\aftergroup\futurelet\@let@token\let\def{,}\def{,}\skip@\lastskip\unskip\@@italiccorr\hskip\skip@\def{\nocorr}\def\reserved@b{M}\def\unskip\reserved@e{\reserved@f\relax}\protect\penalty\@M\hfil\protect\penalty-\@M{}\let\itshapeModellus\egroup_Andrade.pdf> Acesso em: 15 set 2019.

CAPES. *Programa de Residência Pedagógica*. 2018. Disponível em: <<https://www.capes.gov.br/pt/educacao-basica/programa-residencia-pedagogica>>. Acesso em: 12 jun. 2019.

FALZETTA, R. *Residência pedagógica: o que é isso*. 2017. Disponível em: <<https://blogs.oglobo.globo.com/todos-pela-educacao/post/residencia-pedagogica-o-que-e-isso.html>>. Acesso em 12 jun. 2019.

MACÊDO, J. A.; DICKMAN, A. G.; ANDRADE, I. S. F. Simulações computacionais como ferramentas para o ensino de conceitos básicos de eletricidade. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*. Belo Horizonte, v.28, n. especial 1, p. 562-613, set. 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/viewFile/2175-7941.2012v29nesp1p562/22936>>. Acesso em: 15 set. 2019.

MOREIRA, M. A. *Teorias de aprendizagem*. 2. ed. ampl. São Paulo: EPU, 2011.

PIMENTA, S. G.; LIMA, M. S. L. *Estágio e docência*. 6. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

PIRES JÚNIOR, E. O. *A utilização de simulações virtuais no processo de ensino- aprendizagem de Física*. João Pessoa: UEPB, 2014. Disponível em: <<http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/5406/1/PDF%20-%20Ec%C3%ADlio%20Oliveira%20Pires%20J%C3%BAnior.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2019.

SANTOS, M. A. et al. *Memória IFC- Campus Concórdia: 50 anos de registros e relatos*. In: *VIII Mostra de Iniciação Científica e Tecnológica Interdisciplinar*. Santa Rosa do Sul, 2015. Disponível em: <<http://eventos.ifc.edu.br/wp-content/uploads/sites/5/2015/10/MEM%C3%93RIA-IFC\protect\unhbox\voidb@x\bgroup\def.{Campus}\let\futurelet\@let@token\let\itshapeCampus\egroup-CONC%C3%93RDIA-50-ANOS-DE-REGISTROS-E-RELATOS.pdf>> Acesso em: 15 nov. 2019.

VIEIRA, P. D.; KOZLOVA, V.; VALENTE, J. P. *Impacto da ferramenta Modellus x a nível mundial*. Portugal, 2016. Disponível em: <<http://copec.eu/congresses/wccsete2016/proc/works/17.pdf>> Acesso em: 15 set. 2019.

VASCONCELOS, C. O. L.; LEÃO, M. F. *Uso de experimentos com material concreto e simulações PhET no estudo de cinemática na Educação de Jovens e Adultos*. *Revista Tecnologias na Educação*. V.23, p.1-11, 2017. Disponível em <http://tecedu.pro.br/wp-content/uploads/2017/12/Art9-vol.23-Dezembro-2017.pdf> Acesso em 15 set. 2019



ENSINO DE FÍSICA ATRAVÉS DO USO DE MATERIAIS POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVOS

P. SCARIOT¹, L. R. VIEIRA¹, F. L. EVANGELISTA¹, L. L. ALVARENGA¹

¹Licenciatura em Física, Instituto Federal Catarinense - Campus Concórdia

Resumo

O presente trabalho é resultado da atividade de docência realizada durante o programa de residência pedagógica. A atividade realizada teve por objetivo o ensino de Física à estudantes de ensino médio sob a perspectiva da Aprendizagem Significativa, através do uso de materiais didáticos e métodos de avaliação diversificados. As aulas foram desenvolvidas utilizando recursos diversificados, como laboratórios virtuais, experimentos demonstrativos, atividade experimental e Peer Instruction, tanto para o ensino quanto para a avaliação da aprendizagem. No período trabalhado foram realizadas 5 aulas, 2 oficinas e uma atividade de recuperação da aprendizagem, abordando os conteúdos de trabalho, potência, energia e sua conservação, impulso, quantidade de movimento e sua conservação, colisões, torque e máquinas simples (alavanca). As aulas foram ministradas com a turma 1C do primeiro ano do curso Técnico em Agropecuária Integrado ao Ensino Médio do IFC - Campus Concórdia.

Palavras-chave: Programa de Residência Pedagógica. Ensino de Física. Aprendizagem Significativa. Peer instruction. Atividades experimentais.

I. INTRODUÇÃO

Este relatório refere-se à terceira etapa do Programa de Residência Pedagógica (RP) e expõe os aspectos relacionados a atividade de docência realizada com a turma 1C do curso de Técnico em Agropecuária do Instituto Federal Catarinense (IFC) Campus Concórdia.

A intenção deste trabalho foi promover aos alunos, através da utilização de diferentes tecnologias e instrumentos, a contextualização dos conteúdos, dado também, que para o aluno compreender um fenômeno, é necessário ir além da abordagem abstrata geralmente empregada em sala de aula.

Este trabalho se divide em mais quatro capítulos: O Capítulo II caracteriza a unidade na qual se desenvolveu a atividade, abordando a história da instituição, estrutura e importância regional; O Capítulo III trata-se da fundamentação teórica empregada; No Capítulo IV

discutem-se as atividades desenvolvidas no estágio e no Capítulo VI são realizadas as considerações finais do trabalho.

Como objetivo geral, procurou-se promover um processo de ensino-aprendizagem potencialmente significativo e contextualizada à realidade do aluno dos conceitos de Dinâmica e Estática, através do uso de diferentes tecnologias e métodos de ensino, associando os conceitos físicos ao cotidiano e às atividades exercidas pelos estudantes no curso técnico.

Nesse sentido, os objetivos específicos foram; Analisar os conceitos de maior dificuldade na turma; Compreender os aspectos físicos nas diversas atividades desenvolvidas no cotidiano dos alunos; Trabalhar os conteúdos de forma dialogada com a turma, discutindo fenômenos e construindo os conceitos.

II. ASPECTOS METODOLÓGICOS

As atividades desenvolvidas na terceira etapa da RP, a fim de dar continuidade às aulas realizadas pela professora regente, seguiram os conteúdos propostos pela mesma, a saber: trabalho e energia; quantidade de movimento e impulso; máquinas simples (alavancas).

As aulas tiveram início no terceiro trimestre, sendo que a última aula ministrada pela professora fora uma avaliação substitutiva paralela do conteúdo das Leis de Newton e suas aplicações.

Foram realizadas atividades de docência e monitoria em um período de dois meses. A atividade docente foi fundamentada na teoria da Aprendizagem Significativa de David Paul Ausubel, sendo ministrados oito encontros (16 aulas) dos quais dois foram oficinas didáticas. As aulas e as oficinas abordaram os seguintes conteúdos: Trabalho e Potência; Energia e Sua Conservação; Impulso e Quantidade de Movimento; Conservação da Quantidade de Movimento e Colisões e Torque.

Na perspectiva ausubeliana, antes de ministrar os conteúdos, é necessário conhecer quais conceitos o aluno já possui, pois estes servirão de base para o novo saber. Ainda, é preciso trabalhar o conteúdo de modo a contextualizá-lo e fomentar o desejo de aprender ao estudante.

A partir dessa perspectiva, na atividade docente realizada no período, buscou-se trabalhar os conceitos de modo a contextualizá-los relacionando o conteúdo com o cotidiano e atividades dos estudantes no curso de Técnico em Agropecuária.

Ainda, devido as diferenças entre os alunos, suas formas de aprender, afinidades e aptidões, buscou-se abordar os conteúdos através de instrumentos diversificados, para que a turma em sua totalidade compreendesse os conteúdos ministrados e não somente uma parcela cuja qual se identificasse com a abordagem adotada.

No período da docência, duas oficinas foram realizadas como instrumento avaliativo. A primeira foi realizada na pista de atletismo do campus usando materiais de baixo custo e trabalhando os conceitos de Movimento Retilíneo Uniformemente Variado, Força, Trabalho e Potência. A segunda oficina foi realizada em sala de aula, com a metodologia do Peer Instruction, em que foram trabalhadas questões individuais e em grupo com a turma envolvendo os assuntos de impulso, momento linear, conservação do momento linear e colisões.

III. DISCUSSÃO TEÓRICA

III.1. A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A Teoria da Aprendizagem Significativa, proposta por David Paul Ausubel, pode mostrar um caminho para superar o ensino tradicional, onde o professor, ao trabalhar algum conteúdo, baseia seu trabalho principalmente na premissa de articular um novo conceito com os conhecimentos que seu aluno já possui. Uma vez que a prática pedagógica em Física, assim como as demais ciências é, de modo geral, desenvolvida na sua forma tradicional como uma aprendizagem fundamentalmente mecânica.

A Aprendizagem Significativa propõe uma teorização acerca do processo de ensino-aprendizagem a partir do ponto de vista cognitivista, baseando-se na existência de uma estrutura na qual se organiza e se constroem os conhecimentos. Nesse processo, novos conhecimentos podem ser integrados à estrutura cognitiva do indivíduo a partir dos conhecimentos prévios, assim como conhecimentos já integrados podem ser eliminados da mesma. (MOREIRA, 2011)

Para Moreira (2011), de acordo com a teoria da Aprendizagem Significativa, podemos dizer que na nossa mente existe um conjunto de subsunçores, ou seja, conhecimentos específicos que permitem dar significado a novos conceitos. Esses conhecimentos, por sua vez, interagem entre si organizando-se e reorganizando-se, podendo considerá-los como uma estrutura cognitiva, no caso, uma organização dos subsunçores e suas inter-relações em um complexo de conceitos e concepções.

A estruturação de novos conceitos na estrutura cognitiva pode ocorrer por dois processos: a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora. A diferenciação progressiva é o processo de atribuição de novos significados a um dado subsunçor resultante da sucessiva utilização desse subsunçor para dar significado a novos conhecimentos. Nesse processo, um conhecimento vai adquirindo cada vez novos significados de forma progressiva, ficando cada vez mais rico, refinado e diferenciado do conceito primordial. Porém, não basta só refinar e diferenciar um conhecimento, é necessário também fazer reconciliações entre diferenças reais ou aparentes entre os diversos significados atribuídos a um subsunçor. A reconciliação integradora, portanto, é um processo da dinâmica da estrutura cognitiva, simultâneo ao da diferenciação progressiva, que consiste em eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências, integrar significados, fazer superordenações (MOREIRA, 2011).

Cabe ainda destacar, que um conceito aprendido significativamente não é necessariamente um conhecimento no qual o aluno nunca esquece. Ele sofre oblições na medida que o subsunçor não é frequentemente usado. Mas isso também não significa a perda total do conceito e sim da formalidade desse conceito (como das equações, postulados e teoremas que envolvem o conceito), sendo possível reativar ou reaprender esse subsunçor sem muita dificuldade.

Duas condições devem ser efetivadas para desenvolver uma Aprendizagem Significativa. O material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo e o aprendiz deve apresentar uma predisposição para aprender.

Segundo Moreira (2011):

A primeira condição implica que o material de aprendizagem [...] tenha significado lógico [...] e que o aprendiz tenha em sua estrutura cognitiva ideias-âncora relevantes com as quais esse material possa ser relacionado. Quer dizer, o material deve ser relacionável a determinados conhecimentos e o aprendiz deve ter esses conhecimentos prévios necessários para fazer esse relacionamento [...].

Vale enfatizar que só existem materiais potencialmente significativos e não significativos. Não podemos chamar um material propriamente de significativo, pois o significado é atribuído pelo aluno e não definido pelo material.

Moreira (2011) ainda destaca que, como trata na segunda condição, o aprendiz deve querer relacionar os novos conhecimentos [...] a seus conhecimentos prévios. E isso que significa predisposição para aprender. Independente dos motivos que levam o aluno a querer ou buscar entender o conteúdo.

A afirmação de que a Aprendizagem Significativa é um caminho para superar o ensino tradicional se baseia no caso de que, como afirma Moreira (2011) a aprendizagem que mais ocorre na escola é outra: a aprendizagem mecânica, aquela praticamente sem significado, puramente memorística, que serve para as provas e é esquecida, apagada, logo após. Porém, destaca-se que a aprendizagem significativa e a mecânica não constituem uma dicotomia e sim estão ao longo de um contínuo, existindo uma zona cinza entre elas, onde o ensino potencialmente significativo auxilia na transição entre esta zona.

Diversas metodologias podem ser empregadas para promover um ensino potencialmente significativo e, a partir disso, pode-se tomar diferentes abordagens dos conceitos para que, em conjunto, estas auxiliem na promoção da aprendizagem significativa.

III.2. LABORATÓRIOS VIRTUAIS E EXPERIMENTOS DEMONSTRATIVOS

Os conteúdos abordados em Física geralmente são abstratos, o que torna a compreensão destes difícil e, muitas vezes, sem sentido para o educando. O aluno ao se deparar com um conceito de algo que ele não vê, sente ou entende, tem dificuldades tanto na aprendizagem quanto na atribuição de algum significado ao conceito.

Nesses casos, o uso de laboratórios virtuais e experimentos demonstrativos facilita a visualização dos conceitos que envolvem o fenômeno, se tornando assim ferramentas importantes para o processo de ensino-aprendizagem.

Para Klein (2016), quando se trata da importância motivacional e a melhoria na compreensão do assunto abordado, o uso da experimentação torna-se relevante no processo de ensino-aprendizagem. Com o uso da experimentação, a relação entre teoria e prática se fortalece, tornando a aula mais motivadora e diversificada. Embora que:

Neste tipo de abordagem, a ideia não é fazer do aluno um "cientista", e sim, através de alguns procedimentos científicos proporcionar ao aluno condições de refutar as suas ideias de senso comum e construir noções do conhecimento

científico. Para isso o aluno precisa aprender a planejar e a conduzir suas ações de acordo com o planejamento da atividade. (HERNANDES et al, 2002 apud KLEIN, 2016).

Dessa forma os experimentos demonstrativos podem contribuir para o processo de diferenciação progressiva e reconciliação integradora onde, a partir da observação do experimento, o aluno construirá relações com outros fenômenos e saberes.

Ainda que o uso das demonstrações experimentais seja importante, em muitos casos é difícil construir ou levar algum experimento à sala de aula, se tornando mais cômodo o uso de laboratórios virtuais. Além disso, os experimentos virtuais podem ser programados para indicar conceitos abstratos, como por exemplo os vetores de força e velocidade, tornando-se tão eficientes ao processo de ensino-aprendizagem quanto às demonstrações experimentais. Segundo Santiago (2014):

[...] o processo de ensino-aprendizagem com a inserção do computador em sala de aula torna-se uma ferramenta eficaz, que se utilizada com critério, pode auxiliar na aprendizagem de conteúdos geralmente abstratos, como é o caso de alguns tópicos de Física [...]. Desse modo, é fundamental que os professores se adaptem e aprendam as novas tecnologias, a fim de utilizá-las com todo o seu potencial, sem cometer equívocos em seu emprego como ferramenta pedagógica.

Veronez (2016) afirma que, no ensino da física, por se tratar de uma ciência experimental, o uso de demonstrações se torna muito importante. Uma vez que a reprodução de experimentos em sala de aula se torne algo muito complexo ou inacessível, o uso de simulações computacionais entra como um grande recurso para o ensino.

III.3. ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

As atividades experimentais são uma importante ferramenta no processo de ensino aprendizagem, pois problematiza o conceito ensinado, gerando dúvidas e favorecendo a criação de hipóteses por parte dos alunos, fortalecendo os conceitos subsunçores e a integração de um novo conhecimento. Nesse sentido, Santos (2005) enfatiza que:

O ensino por meio da experimentação é quase uma necessidade no âmbito das ciências naturais. Ocorre que podemos perder o sentido da construção científica se não relacionarmos experimentação, construção de teorias e realidade socioeconômica e senão valorizarmos a relação entre teoria e experimentação, pois ela é o próprio cerne do processo científico.

Vale ressaltar que se deve tomar cuidado para não conduzir a prática experimental através de roteiros inflexíveis onde o aluno não venha a construir o conhecimento. A adoção

destas práticas não é efetiva na produção de uma aprendizagem significativa, pois o aluno realiza o experimento somente para coletar dados a partir da variação de um parâmetro sem analisar o fenômeno representado. O educando acaba por não avaliar o porquê ou como obteve um resultado, sendo assim, também não toma consciência da importância daquele resultado. (SÉRÉ; 2003)

Segundo Séré (2003), há necessidade de tomar outras formas de prática experimental, onde o aluno tenha mais liberdade para trabalhar com o experimento e observar o fenômeno de acordo com a forma que ele acredite ser melhor, levando-o a uma reflexão sobre os conceitos antes e durante a prática.

Becker (1994) afirma que um aluno só construirá algum novo conhecimento se ele agir e problematizar a sua ação. A problematização de um conteúdo, de um experimento, é um meio para levantar questionamentos na aula, tendo como finalidade provocar dúvidas e estimular a curiosidade dos alunos para que consigam desenvolver uma reflexão a respeito do que está sendo mostrado. Quanto a importância da problematização Rosito (2003) diz que:

É importante destacar que boas atividades experimentais se fundamentam na solução de problemas, envolvendo questões da realidade dos alunos, que possam ser submetidos a conflitos cognitivos. Desta forma, o ensino de Ciências, integrando teoria e prática, poderá proporcionar uma visão das Ciências como uma atividade complexa, construída socialmente, em que não existe um método universal para resolução de todos os problemas, mas uma atividade dinâmica, interativa, uma constante interação de pensamento e ação.

Ainda conforme Carvalho (2004), é o professor que propõe os problemas a serem resolvidos. Estes problemas por sua vez geram ideias que ao serem discutidas promovem reflexões amplas e favorece a efetivação da aprendizagem significativa. Desta forma, cabe ao professor a função de problematizar os experimentos buscando uma abordagem menos tradicionalista e que promova uma aprendizagem mais significativa.

III.4. PEER INSTRUCTION

O método Peer Instruction foi proposto pelo professor Eric Mazur, da Universidade de Harvard (EUA) se tornando hoje um método de ensino consolidado e utilizado em diversas disciplinas.

Segundo Mazur (1997 apud DINIZ; TEIXEIRA, 2015):

Baseado no estudo prévio do aluno e na interação com seus colegas de classe através de discussões sobre questões conceituais mediadas pelo professor, o método Peer Instruction (PI) tem por objetivo modificar o comportamento do aluno em sala de aula, fazendo com que todos os alunos se envolvam com o conteúdo de ensino, por meio de questionamentos estruturados, promovendo o aprendizado colaborativo.

Conforme Diniz e Teixeira (2015), a aula PI é baseada em testes conceituais e de acordo com a porcentagem de acertos em cada questão o professor decide sobre a sequência da aula. Podemos compreender melhor esse funcionamento a partir do seguinte fluxograma:

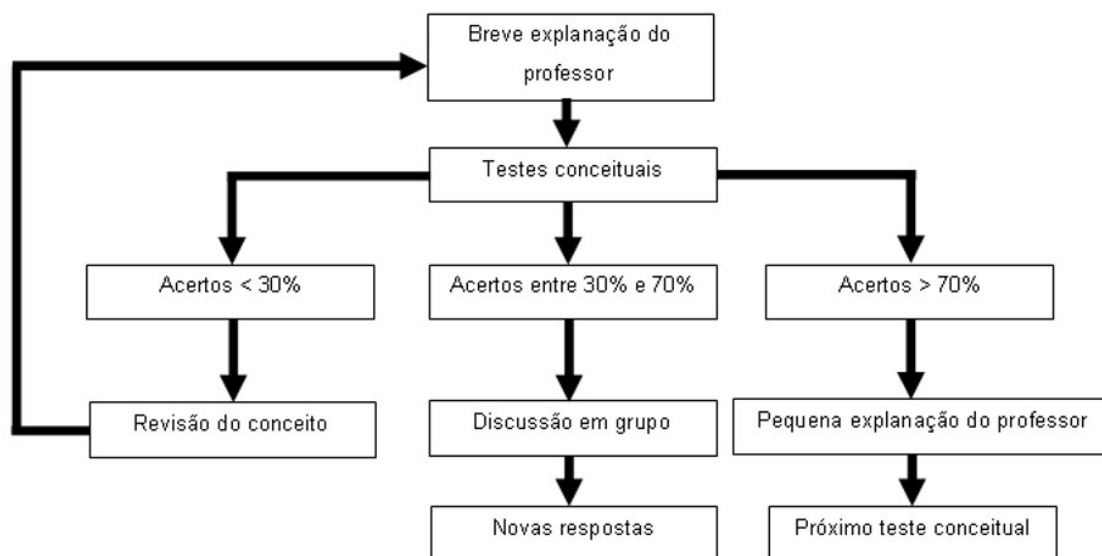


Figura 1: Fluxograma do Peer Instruction

Fonte: (MAZUR, 1997 apud DINIZ; TEIXEIRA, 2015)

O Peer Instruction é um método ativo de ensino, onde enquanto o professor ensina já é verificada a aprendizagem do aluno, e reforçada quando necessário. Neste método os alunos também participam ativamente na aprendizagem em decorrência que, ao aplicar o teste, os alunos podem discutir as opções, construindo o conhecimento e aprendendo uns com os outros, uma vez que cada educando pode criar uma hipótese através da questão e refutá-la ou sustentá-la com base nas opiniões dos colegas.

Ainda existem uma série de softwares que permitem a aplicação do método de maneira mais dinâmica, como é o caso do Plickers, onde podemos registrar turmas no aplicativo e elaborar questionários de múltipla escolha (com 4 ou menos opções) cujas respostas podem ser coletadas através de uma placa com um código QR distribuída para cada estudante.

IV. RESULTADOS

Este capítulo divide-se em três sessões: a primeira voltada para a atividade docente realizada no período de intervenção, a segunda a respeito das oficinas didáticas e a última sobre as recuperações de aprendizagem de conteúdo e monitorias.

IV.1. DOCÊNCIA

As atividades de docência eram realizadas nas segundas-feiras à tarde e um total de cinco encontros foram realizados. Partindo do referencial teórico, para desenvolvermos uma aprendizagem significativa com os alunos é fundamental ter conhecimento dos saberes que

a turma, de modo geral, e os alunos já possuem. Para isso, antes do início das atividades letivas foi aplicado com a turma um questionário com o fim de diagnosticar os saberes e concepções prévias da turma.

A turma possuía 32 alunos e um total de 17 responderam as questões ou a maioria delas. Estas respostas serviram para determinar quais conceitos deveriam ser revisados antes da aplicação do conteúdo novo e como este pode ser trabalhado.

Foi possível identificar, dessa forma, que alguns conceitos não estavam bem integrados à estrutura cognitiva dos alunos em geral. Assim, procedeu-se com a revisão dos conceitos menos compreendidos de maneira dialogada, seguido da discussão e resolução de alguns problemas. Ao final da revisão, deu-se início ao conteúdo de Trabalho e Energia.

As aulas, geralmente, iniciavam com uma revisão do conteúdo anterior, buscando sanar dúvidas dos alunos, e na sequência se iniciavam os conteúdos novos. Para cada conceito, que era discutido com a turma, posteriormente era discutido e resolvido um ou dois exercícios. Ainda, antes e após à aplicação dos exercícios, a turma sempre era questionada se compreenderam o conteúdo e a atividade.

Embora, em muitas situações, a turma não verbalizava a não compreensão do assunto, era possível identificar quando o conceito ainda não estava bem esclarecido. Nesses casos e inclusive quando os alunos apontavam suas dificuldades, o conteúdo era discutido novamente utilizando-se uma linguagem diferente à anterior.

As aulas foram apresentadas através de slides, com o auxílio do projetor e aproveitando dessa ferramenta digital, sempre que possível, era utilizado um ou mais laboratórios virtuais para discutir o conteúdo.

Não se limitando somente ao meio digital, foram utilizadas na aula o quadro branco principalmente na resolução de exercícios, exemplos simples de fenômenos que podem ser demonstrados com materiais da própria sala e experimentos demonstrativos (Figura 2).

A organização dos conteúdos foi baseada na ordem propostas pelos referencias dos planos de aula, que são três livros didáticos de ensino médio, um deles o próprio utilizado pela turma desde o início do ano letivo. A ordem não necessariamente seguiu o que estava expresso nos livros, mas considerou-se como eixo para o desenvolvimento das aulas.

A organização dos conteúdos foi baseada na ordem propostas pelos referencias dos planos de aula, que são três livros didáticos de ensino médio, um deles o próprio utilizado pela turma desde o início do ano letivo. A ordem não necessariamente seguiu o que estava expresso nos livros, mas se considerou como eixo para o desenvolvimento das aulas.



Figura 2: *Experimento demonstrativo do canhão de Gauss*
 Fonte: O autor

Analisando estes livros didáticos vê-se uma estrutura comum onde primeiro é apresentado os conceitos e no final do capítulo encontra-se uma série de questões propostas a serem trabalhadas com a turma. Como já mencionado, as questões eram discutidas durante a aula após a explicação de cada conceito e não após todo o conteúdo que compunha a aula ou o capítulo do livro.

Quanto as avaliações, elas foram realizadas ao fim de um tema. Assim, houve duas oficinas com a turma: uma sobre trabalho e energia, e outra sobre impulso, momento linear e sua conservação e colisões. Não foi realizada avaliação do conteúdo de torque e alavancas, pois esta aula se dera ao final do período.

No último encontro, foi realizada uma avaliação dos alunos a respeito das aulas. Uma questão foi proposta onde cada aluno, sem se identificar, deveria avaliar desde a abordagem do conteúdo utilizada pelo professor residente até seu comportamento em sala de aula. Os resultados em geral elogiaram a atividade desenvolvida e essas respostas serão melhor explanadas nas conclusões deste trabalho.

Durante o período das atividades docentes, alguns problemas no planejamento e na aplicação da aula foram enfrentados, ainda que a maior parte das aulas ocorreram como o previsto nos planos de aula.

Na primeira aula, pouco conteúdo foi montado para o encontro, fazendo com que o planejado fosse totalmente aplicado muito antes do término da aula. Isso também em decorrência do estresse e ansiedade na primeira aula, fazendo com que o andamento da aula fosse rápido demais. Nessa ocasião, antes da aplicação dos últimos exercícios, a aula foi retomada do início, revendo os conceitos e tirando as dúvidas pertinentes, para enfim trabalhar com as atividades planejadas.

Outro imprevisto, ocorreu na sequência da primeira oficina em que, ao chegar na sala de aula, foi verificado que o projetor não ligava. Como a aula foi estruturada em uma apresentação de slides, e alguns conceitos seriam explicados com o uso de laboratórios

virtuais, havia uma necessidade do uso da mídia. A turma foi deixada com uma atividade, e buscou-se um outro projetor. Dada a não disponibilidade de outro equipamento, foi decidido em conjunto com o professor supervisor por dar uma aula de recuperação de aprendizagem, em que foi trabalhado com o roteiro da primeira oficina e com dúvidas pertinentes ao conteúdo anterior.

As demais aulas ocorreram conforme o planejado, tanto em questão de conteúdos como de tempo de aula e objetivos.

IV.2. OFICINA

As oficinas ocorreram em momentos diferentes, cada uma após o respectivo conteúdo ser ministrado com a turma, a fim de fortalecer o conhecimento aprendido até o dado momento articulando-o com os conceitos subsunçores da turma e contextualizando-o à realidade dos alunos.

A primeira oficina envolveu os conceitos de trabalho e potência onde os alunos, ao mover um conjunto de pesos, exerceram uma força por um determinado trajeto, em certo intervalo de tempo. Assim, estamos associando o fenômeno que está sendo realizado primeiramente ao conceito de trabalho e em seguida ao de potência, em que trabalho se trata da variação da energia mecânica de um corpo e pode ser calculado pelo produto da força com o deslocamento. Já a potência é a quantidade de energia concedida por uma determinada fonte por unidade de tempo, podendo ser calculada pela razão da variação da energia ou trabalho aplicado pela variação no tempo.

Porém, no caso dessa oficina, como não seria prático mensurarmos diretamente a força exercida pelo estudante, foi feita uma análise relacionando o tempo que o aluno levava para se deslocar pelo trajeto.

Esta análise foi realizada inferindo o tempo em dois pontos e por meio dos dados obtidos calcular a aceleração e em seguida a força, dado que força é uma agente de alteração do estado de movimento de um corpo e, como estabelecido na física newtoniana, é calculada pelo produto da massa do corpo que sofre a alteração com a aceleração que este corpo adquire.

A atividade (Figura 3 e 4) foi conduzida com base em um roteiro, que explicava passo a passo a atividade que fora desenvolvida. Dessa forma, a turma foi levada a pista de atletismo onde formaram grupos de 3 alunos. Cada membro do grupo ficava encarregado de uma função no experimento, que consistia em: um dos estudantes deveria percorrer 50 metros arrastando um conjunto de 5 garrafas PET de 2 Litros, totalizando 10 Kg, enquanto os outros alunos cronometravam o tempo, um na posição de 10 metros e outro na posição de 50 metros. Com uma buzina a ar era dado o sinal para os alunos iniciarem o percurso e a contagem do tempo.



Figura 3: *Oficina de Trabalho e Potencia*

Fonte: O autor



Figura 4: *Alunos realizando a atividade*

Fonte: O autor

Como a força exercida pelo aluno não era paralela ao deslocamento, com o auxílio do professor residente e através das relações trigonométricas, foi calculado o ângulo em que a força foi exercida para cada estudante. Ao final da atividade, os alunos foram conduzidos à sala de aula onde responderam as questões do roteiro e receberam auxílio nas dificuldades enfrentadas.

Em decorrência das avaliações e da participação na SEPE, que os alunos teriam na semana da oficina, foram disponibilizadas duas semanas para eles respondessem as questões do roteiro. Nesse período, foi ofertada uma aula para recuperar o conteúdo e auxiliar com a construção do relatório, além de duas monitorias extraclasse para os estudantes sanarem dúvidas.

Os alunos tiveram bastante dificuldade em desenvolver as atividades do roteiro. Notava-se que, apesar de toda a construção do roteiro para auxiliar os alunos na atividade, eles não compreendiam o que era indicado para cada questão. Assim, também foram trabalhadas as atividades do roteiro na semana seguinte a oficina durante a recuperação da aprendizagem e em monitorias e atendimentos extraclasse, para que os alunos conseguissem desenvolver as questões. Nesta oficina, os alunos atingiram um bom conceito de nota, com uma média na faixa dos 9 pontos.

Quanto à segunda oficina, que tratava sobre os conceitos de impulso, quantidade de movimento e sua conservação e colisões, esta foi desenvolvida através do método Peer Instruction.



Figura 5: *Alunos respondendo as questões com código QR*
Fonte: O autor

A oficina era composta por uma etapa individual e outra em grupo, cada uma com um conjunto de questões de múltipla escolha, com quatro opções de resposta (A, B, C e D). Os alunos, ao alternar a posição de um código QR (Figura 5) podiam alternar entre as quatro opções e selecionar a correta e, com um aplicativo, as respostas foram coletadas (Figura 6). Os exercícios eram apresentados através de um projetor.



Figura 6: *Professor residente coletando as respostas*
Fonte: O autor

Na etapa individual, 10 questões foram desenvolvidas com a turma enquanto que na etapa em grupo, foram 5 questões. Todas os exercícios eram conceituais e, quando boa parte da turma respondia à questão errada, a atividade era discutida brevemente, no decorrer da atividade incentivava-se a discussão entre os alunos permitindo, após isso, a alteração na resposta.

A atividade em grupo contou também com uma premiação. Para incentivar os alunos a discutirem as questões, um prêmio (uma caixa de doce) foi dado ao grupo com melhor pontuação na etapa.

Os resultados obtidos nesta oficina não foram tão satisfatórios quando os da primeira, onde a turma ficou com uma mediana nas notas na casa dos 7 pontos e, para melhorar essa nota, foi proposto um cálculo que envolvesse quase todos os conceitos discutidos após a primeira oficina.

Esse exercício tratava-se de um cálculo da velocidade de um corpo A após sofrer uma colisão. No exercício, um corpo B, que já possuía uma velocidade constante, sofria um impulso e ao colidir com o corpo A entrava em repouso.

Para o exercício foi permitido uso de quaisquer recursos que o aluno desejasse, sendo realizado em um período extraclasse. A atividade somaria 1 ponto à nota do aluno na oficina.

IV.3. RECUPERAÇÃO PARALELA E MONITORIAS

Foram ofertados 4 encontros extraclasse para monitoria durante o período, onde os alunos puderam tirar dúvidas pertinentes à aula e às oficinas. Duas monitorias foram realizadas após a primeira oficina, sobre trabalho e potência, onde cada grupo foi atendido individualmente para rever e discutir os resultados do roteiro. Uma terceira monitoria foi realizada após a segunda oficina (de impulso, de quantidade de movimento e sua conservação e de colisões) com o objetivo de sanar dúvidas sobre o conteúdo e realizar uma atividade contando como ponto extra para a segunda oficina. Por fim, uma monitoria foi realizada após a aula de torque e alavancas, no intuito de sanar dúvidas e auxiliar na atividade que fora proposta pela professora regente.



Figura 7: *Discussão de dúvidas sobre a oficina de trabalho e potência*
Fonte: O autor

A recuperação da aprendizagem (Figura 7) foi ofertada após a primeira oficina didática, no momento de uma aula que por decorrência de o projetor da sala de aula estar quebrado e de não ter um segundo projetor disponível, foi optado pelo adiamento. Nesta recuperação alguns conceitos foram discutidos com a turma e os grupos foram auxiliados no desenvolvimento do roteiro da oficina.

V. CONSIDERAÇÕES

O Programa Residência Pedagógica tem como premissa o aperfeiçoamento de habilidades e competências que permitam aos futuros professores desenvolver um ensino de qualidade nas escolas de educação básica e, nesse sentido, fica evidente a evolução dos bolsistas que, em sua maioria, tiveram o primeiro contato profissional com a sala de aula através do programa.

Dessa forma, cabe ressaltar a importância do programa na formação de professores, para que em breve consigam quebrar os paradigmas da educação tradicional e caminhar na direção e sentido de uma educação de maior qualidade.

Na prática pedagógica, buscou-se refletir sobre as atividades e elaborar e reelaborar os métodos utilizados, a fim de articular e desenvolver os conhecimentos com o estudante. Além disso, no desenrolar das aulas e oficinas didáticas, os alunos trouxeram ideias, sugestões de atividades para realizar com a turma. Esses casos podem ser considerados muito importantes, uma vez que, além de indicar que a relação professor-aluno está sendo desenvolvida de maneira satisfatória, traz opções de materiais potencialmente significativos a serem trabalhado com os alunos. No momento em que se compreende o que o aluno gostaria de ver ou que metodologia ele gostaria que fosse aplicada, o professor pode adaptar-se e aplicar algumas dinâmicas que fomentem o interesse do aluno na aula, sendo que esse fomento, é visto como fundamental para o desenvolvimento da Aprendizagem Significativa.

Colocar o aluno como um dos principais sujeitos das aulas, é importante não só para saber seus conhecimentos prévios e vontades, mas também como eles avaliam suas aulas, sua didática, seu comportamento, para que seja possível uma reflexão sobre a atividade com olhar não somente do professor, mas de todos envolvidos na prática.

Na atividade docente realizada durante o programa, buscou-se seguir um método, baseando-se em uma teoria da aprendizagem até o final do período. Porém, no último encontro, os alunos foram questionados a respeito da prática do próprio professor residente. Através de uma questão proposta, cada aluno escreveu, sem se identificar, suas críticas, sugestões e elogios quanto a todos os fatores que envolviam a docência.

Nessa questão, alguns alunos apontaram que o andamento das aulas ocorreu de maneira muito rápida em alguns momentos, o que dificultava a aprendizagem, e outros apontaram que o professor residente deveria chamar mais a atenção dos alunos que faziam bagunça.

Ainda os alunos, em sua maioria, comentaram que gostaram muito das aulas elogiando a didática empregada pelo residente, ou seja, o uso de laboratórios virtuais e experimentos demonstrativos, a forma que as oficinas didáticas ocorreram e, alguns alunos apontaram que o uso de apresentação de slides facilitou a aprendizagem.

Foi notado durante as aulas um problema comum entre os alunos envolvendo a interpretação das questões de Física, principalmente quando uma questão era qualitativa. É comum também casos em que os alunos não buscaram a solução de uma questão e, ao verem o texto, já afirmavam que não sabiam fazer. Ainda se observou que algumas abordagens foram difíceis de serem trabalhadas com a turma (como foi o caso do uso de gráficos), pois os alunos não conseguiram construir os gráficos da maneira correta sem a ajuda do residente, como também tinham dificuldade em entender e interpretar o gráfico.

Estes problemas não estão relacionas somente a Física ou a metodologia do professor, nesse caso, a origem destes problemas são mais complexos e não fazem parte da análise deste trabalho. Ocorre que, possivelmente em decorrência de uma defasagem nas aulas no nível fundamental, os alunos encontram na Física, dificuldades relacionadas muitas vezes com questões de matemática básica e de interpretação de texto.

Embora seja evidente que a falta de alguns saberes e subsunçores cause dificuldade para a construção de um novo saber, o professor não deve se eximir das responsabilidades relativas a estes problemas. Dessa maneira, é importante repensar os métodos de ensino e

promover uma maior formação aos professores, para que se obtenha resultados melhores com os alunos no posterior contexto de ensino médio.

No que diz respeito aos resultados obtidos pela turma, não é possível ainda afirmar categoricamente se houve aprendizagem significativa. Uma vez que a aprendizagem mecânica é temporária e menos estruturada do que ela e não há como inferir até que ponto a aprendizagem foi significativa de fato, dada também a proximidade da conclusão das atividades docentes.

Apesar disso, é notável o desenvolvimento da turma que passou, no decorrer das atividades, a ter mais envolvimento com a disciplina. Quando comparada a experiência da etapa II da residência pedagógica - etapa de observação - nota-se que os alunos buscaram solucionar dúvidas durante as aulas e em comparecer nos atendimentos extraclasse. Portanto, com base nas demais considerações já realizadas, é possível afirmar, segundo a percepção do residente que houve uma aprendizagem significativa, mas não de maneira total e categórica.

REFERÊNCIAS

BECKER, Fernando. Modelos pedagógicos e modelos epistemológicos. *Educação realidade: Construindo o Construtivismo*, Porto Alegre, v. 19, n. 1, p.89-96, jan/jun. 1994.

BORBA, Marcelo de Carvalho; PENTEADO, Miriam Godoy. *Informática e educação matemática*. 4. ed. Belo Horizonte: Atentica Editora, 2010.

CAPES (Brasil). Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. *Programa de residência pedagógica*. 2018. Disponível em: <<http://www.capes.gov.br/pt/educacao-basica/programa-residencia-pedagogica>>. Acesso em: 20 maio 2019.

CARVALHO, Ana Maria Pessoa de (Org.). *Ensino de ciências: Unindo a pesquisa e a prática*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. Cap. 1. p. 1-8.

DEMO, Pedro. *O porvir: Desafio das linguagens do século XXI*. Curitiba: Ibipex, 2007.

DINIZ, Alan Corrêa; TEIXEIRA, Alvaro Vianna Novaes de Carvalho. *Instruções para aplicação do método Peer Instruction em aulas de física no ensino médio*. Viçosa: Ufv, 2015.

IFC (Brasil). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Catarinense. *Projeto pedagógico do curso superior (PPCS): Física - licenciatura*. Blumenau: IFC, 2017. Disponível em: <http://licenciatura-fisica.concordia.ifc.edu.br/ppc/>. Acesso em: 10 out. 2019.

IFC (Brasil). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Catarinense. *Projeto pedagógico do curso Técnico em Agropecuária Integrado ao Ensino Médio: campus Concórdia*. Blumenau: IFC, 2015. Disponível em: <http://tecnico-agropecuaria.concordia.ifc.edu.br/>. Acesso em: 11 abr. 2019.

KLEIN, Sirlei Stallbaum. *O ensino da óptica geométrica via demonstrações e experimentos que*

possibilitem a aprendizagem significativa. Concórdia: IFC, 2016.

KRASILCHIK, Myriam. O professor e o currículo das ciências. *Temas básicos de educação e ensino*. São Paulo: EPU; EDUSP, 1987.

MOREIRA, Marco Antônio. *Teorias de aprendizagem*. 2. ed. São Paulo: EPU, 2011.

PIMENTA, Selma Garrido; LIMA, Maria Socorro Lucena. *Estágio e docência*. 6. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

ROSITO, Berenice Alvares. O ensino de ciências e a experimentação. In: ROQUE, Moraes. (Org.). *Construtivismo e Ensino de Ciências: Reflexões Epistemológicas e Metodológicas*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2008.

SANTIAGO, Rodrigo. *Reflexões Epistemológicas e Metodológicas*. Concórdia: IFC, 2016.

SANTOS, César Sátiro dos. *Ensino de ciências: Abordagem histórico crítica*. Campinas: Armazém do Ipê, 2005.

SÉRÉ, Marie-Geneviève; COELHO, Suzana Maria; NUNES, Antônio Dias. *O papel da experimentação no ensino da física*. Porto Alegre: UFSC, 2003.

VERONEZ, Dilvani. *Estágio e docência: estudo das Leis de Newton com o auxílio do software Modellus*. Concórdia: IFC, 2016.



ENSINO DE FÍSICA PARA O PRIMEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO NA RESIDÊNCIA PEDAGÓGICA COM A UTILIZAÇÃO DA PLATAFORMA ARDUÍNO

CARLOS JHONATAS DE SOUZA AMORIM¹, FÁBIO LOMBARDO EVANGELISTA¹,
LUCIANO LEWANDOSKI ALVARENGA¹

¹Licenciatura em Física, Instituto Federal Catarinense - Campus Concórdia.

Resumo

Este trabalho relata as atividades realizadas no âmbito do programa de residência pedagógica, no ifc campus concórdia, em uma turma do 1o ano do curso técnico para internet integrado ao ensino médio. Foi desenvolvida e aplicada uma oficina didática para o ensino de Movimento Planetário e Gravitação, como forma de abordar os conceitos de órbitas elípticas, períodos de translação, raio médio e força gravitacional. O referencial teórico adotado foi o sociointeracionismo, associado ao construtivismo na concepção das atividades e buscou-se uma abordagem utilizando-se de tecnologias digitais, com uso de apresentações em slides, animações e aproveitamento do laboratório didático. Foi utilizada a plataforma Arduino como forma de explorar a simulação das órbitas de planetas em formas elípticas, permitindo sua utilização como instrumento de interação com o objeto de estudo, e possibilitando uma abordagem experimental para o conhecimento das Leis de Kepler.

Palavras-chave: Arduino. Laboratório didático. Gravitação.

I. INTRODUÇÃO

Este trabalho relata a experiência da terceira fase da Residência Pedagógica (RP) no ensino de Física para uma turma de primeiro ano do Ensino Médio, abordando os conceitos de gravitação universal, movimento planetário e energia mecânica.

Para realizar esta proposta este trabalho, buscou-se utilizar a astronomia e história para introduzir estes conceitos de maneira conceitual para, posteriormente, apresentar as respectivas equações e cálculos necessários para a devida aplicação matemática destes conceitos. Com isso o objetivo deste trabalho foi desenvolver um experimento para explorar

os conceitos das Leis de Kepler e da Gravitação Universal de forma que permita a interação dos alunos com o objeto de ensino e permita o trabalho em grupos.

Especificamente, se propôs elaborar um código para simulação do movimento dos planetas conforme a teoria, e montar um circuito na plataforma de prototipagem Arduino com os componentes eletrônicos disponíveis. Foi proposto expor o conteúdo em aulas dialogadas com uso de imagens, animações e vídeos. Posteriormente, objetivou-se aplicar uma oficina pedagógica utilizando este experimento.

A turma acompanhada cursa o Técnico em Informática para Internet Integrado ao Ensino Médio, no IFC Campus Concórdia com as atividades orientadas e supervisionadas pelos professores do curso de Licenciatura em Física da mesma instituição. As aulas de Física foram ministradas para a turma 1F nas tardes de segunda-feira das 13h30min às 15h00min, pelo residente estagiário e a oficina foi realizada ao final da intervenção.

Como o curso técnico em questão traz a proposta de ser integrado ao Ensino Médio, é necessária uma abordagem interdisciplinar e mais ampla, buscando relações com os aspectos técnicos do curso, além dos conteúdos básicos de Física. Nesse contexto, o objetivo da oficina foi elaborar uma atividade que explorasse os conteúdos de movimento planetário e gravitação, relacionado a uma aplicação prática e técnica que pudesse trazer contribuições na formação profissional do estudante.

Foi realizada uma pesquisa bibliográfica para embasar teoricamente o presente trabalho. O caráter construtivista da proposta de ensino da oficina e os aspectos educacionais relevantes para a instituição apontaram para uma pesquisa nesta área.

Entende-se, com isso, que é necessário considerar os conhecimentos e experiências dos alunos, bem como propiciar momentos que favoreçam o aprendizado. Desta forma, foi considerada a abordagem da teoria sociointeracionista de Vygotsky para nortear o trabalho, assim como o uso do laboratório didático por José de Pinho Alves Filho (2000).

II. ASPECTOS METODOLÓGICOS

Buscou-se uma abordagem expositiva que relacionasse o conhecimento formal com experiências e conceitos do cotidiano, aproximando a física abstrata com a vida do cidadão comum. O ensino de Gravitação e Movimento Planetário não é apenas interessante, é também necessário, pois, aparentemente, esta realidade estudada se encontra muito distante dos indivíduos.

Foi utilizada a plataforma de prototipagem Arduino como forma de possibilitar a montagem de experimentos personalizados e adaptados à proposta de ensino. Foi desenvolvido uma montagem eletrônica que simulava, com uso de luzes, o movimento de uma partícula, tanto em MRU, quanto em MRUV e, seguindo com o uso dessa tecnologia, foi proposto utilizar-se de um processo semelhante para simular o movimento planetário.

Com o experimento desenvolvido era esperado que o aluno conseguisse observar as características dos movimentos dos planetas ao redor do sol. Podendo verificar as variações de velocidade, tempo para completar uma volta e relações entre as medidas da órbita, poderiam relacionar com os conceitos e equações vistas em aula. Isto foi pretendido com o uso de uma simulação programada no Arduino, onde os movimentos foram representados por LEDs (Light Emitting Diode do inglês Diodo Emissor de Luz) acendendo sequencialmente,

dispostos conforme a forma da trajetória, projetando deslocamento do astro ao longo do tempo. Com estas montagens é possível mostrar como podemos usar as equações e conceitos estudados para representar e simular movimentos reais.

III. DISCUSSÃO TEÓRICA

O problema da aprendizagem é um aspecto da docência e sua abordagem passa pela compreensão dos processos envolvidos no ensino, didática, processos cognitivos, entre outros. Para estudar estes processos, podemos nos valer de diversas pesquisas e obras acerca da educação já desenvolvidas. No entanto, é possível, dado determinados aspectos escolhidos, dar enfoque a uma teoria ou concepção para possibilitar a abordagem mais direta e simplificada do problema.

A escola, como instituição social, busca formar e capacitar os indivíduos como cidadãos e para o mercado de trabalho. Nesse contexto, busca-se uma padronização e uniformização dos conhecimentos e capacidades a serem desenvolvidas por todos os estudantes. Observando a diversidade de indivíduos que terão de passar pelo processo educacional é de se esperar que nem todos tenham desempenho semelhante e, logo, ocorram diferenças na formação. Porém, os indivíduos mudam e a forma como eles interagem na sociedade também muda, então a função social da escola, de reprodução da cultura vigente, passa por problemas por não conseguir adaptar-se e reproduzir estas mudanças.

Deste modo, para evitar crises e manter o progresso educacional, é necessário compreender como se dá este processo de reprodução, ou seja, como os indivíduos aprendem e se apropriam da cultura.

Para entender o comportamento humano durante o processo de ensino-aprendizagem, ainda em parte do século passado, predominava a ideia behaviorista, onde o meio definiria o sujeito e o aprendizado somente se dava com a passagem do conhecimento através de outro sujeito, e não era considerado o que o aprendiz já possuía de conhecimentos (COELHO, 2018).

Em oposição ao behaviorismo, Lev Semenovitch Vygotsky (1896 1934) defende que a interação social entre os indivíduos da sociedade é que promove a passagem do conhecimento.

Já David Paul Ausubel (1918 2008) considerava que o aprendizado se dá em função do conhecimento que o indivíduo já possui e seu desenvolvimento está ligado a capacidade de reconfigurar ideias existentes.

Essa concepção possibilita compreender por que determinados indivíduos têm dificuldades para compreender conceitos expostos de forma desconexa e sem relação com coisas familiares para o estudante. Além disso, rebate a ideia de que a indisposição do aluno em aprender é a principal causa do baixo desempenho, repassando a responsabilidade para o professor, que deveria propiciar os momentos que favorecessem a construção do conhecimento pelo aluno.

Conforme veremos adiante, autores construtivistas se valem de instrumentos como forma de facilitar o processo de ensino-aprendizagem e, para isso, podemos dispor do uso do laboratório didático como forma de explorar as relações entre o conhecimento do aluno e o conhecimento científico (ALVES FILHO, 2000).

III.1. TEORIA DE APRENDIZAGEM DE AUSUBEL

Ausubel era formado em medicina-psiquiátrica, era professor Emérito da Universidade de Columbia, em Nova York, e dedicou sua carreira acadêmica à psicologia educacional. Desenvolveu sua teoria de aprendizagem e importava-se com a consequente inferência no ensino e aprendizagem em sala de aula (MOREIRA, 2011).

Segundo Ausubel, a aprendizagem significa organização e integração dos conhecimentos na estrutura cognitiva, que compreende o conjunto total de ideias com conteúdo e organização para uma área específica de conhecimentos. A estrutura cognitiva é, portanto, o complexo resultante dos processos cognitivos que permitem assimilar e utilizar o conhecimento.

Como já mencionado, Ausubel defende que o fator mais importante na aprendizagem, considerado isoladamente, é o que o aluno já conhece, e é tarefa do professor identificar e ensinar conforme esses conhecimentos. A partir disso, novos conhecimentos poderão ser aprendidos e retidos conforme a existência de conceitos relevantes, já propriamente definidos na estrutura cognitiva, servido como ponto de ancoragem para estes novos conceitos.

É interessante observar, ainda, que os processos não se resumem na ação dos conceitos existentes com os novos conceitos, mas também contemplam as modificações nas características da estrutura cognitiva pela interação com a nova informação.

IV. APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A aprendizagem significativa se consolida quando os novos conhecimentos são relacionados com a estrutura cognitiva do indivíduo de forma não arbitrária e substantiva. Estas conexões serão relevantes se estiverem ligadas por meio do que Ausubel define como subsunçores.

Os subsunçores devem ser estruturas representando conhecimentos pertinentes, preexistentes na estrutura cognitiva do estudante. Sendo assim, a estrutura geral de retenção de informações do ser é organizada hierarquicamente quanto aos conceitos armazenados, contemplando desde os conceitos mais gerais, até os conhecimentos específicos.

A aprendizagem significativa difere do que Ausubel chama de aprendizagem mecânica, ou aprendizagem automática, onde as informações são assimiladas, mas de forma arbitrária, ou seja, sem relações relevantes entre as informações preexistentes na estrutura cognitiva. A aprendizagem significativa e a aprendizagem mecânica não são antagônicas, mas fazem parte do processo geral de aprendizagem formando um contínuo. Ausubel define ainda os conceitos de aprendizagem por descoberta e aprendizagem por recepção. Na primeira, as definições centrais do conceito devem ser descobertas pelo aluno, e na segunda o conhecimento é entregue ao mesmo de forma definida e pronta.

Portanto, fica claro que, de uma forma ou de outra, deverão ser introduzidas, em algum momento, as informações que servirão de base, subsunçores, para a aprendizagem significativa. Ausubel propõe o uso de organizadores prévios como forma de dar subsídio para a continuidade do processo. Os conhecimentos, para facilitar este processo, poderão ser entregues de forma arbitrária, pela aprendizagem mecânica, não necessariamente possuindo alguma relação com a experiência anterior do indivíduo. Assim, os organizadores prévios

deverão ser de nível de abstração inferior ao que se pretende ensinar e ser uma introdução ao assunto.

Um fator importante para a ocorrência da aprendizagem significativa é que o aluno esteja disposto a realizar as relações e participar do processo. Se o estudante apenas memorizar o que lhe for passado, a aprendizagem será de forma mecânica.

V. O ENSINO SEGUNDO AUSUBEL

Nesse contexto, o professor deve considerar executar alguns procedimentos para garantir a aprendizagem significativa e garantir a consolidação de um conhecimento organizado.

A princípio, o professor deve possuir pleno conhecimento do que será ensinado, sendo capaz, portanto, de explorar a estrutura conceitual, de maneira a ir do ponto mais simples ao mais complexo de maneira coerente e contínua. Logo, será necessário identificar os subsunçores que seriam importantes para a aprendizagem deste conteúdo. De posse destes subsunçores necessários, o docente, então, poderá comparar com os disponíveis na estrutura cognitiva do estudante através de um levantamento com função específica de identificar os conhecimentos do aluno.

Então, durante o ensino, o docente, sabendo das necessidades do aluno, deverá utilizar as ferramentas disponíveis para facilitar o processo de organização da estrutura cognitiva do estudante, exibindo significados claros e familiares para os novos conceitos, utilizando-se da inserção de organizadores prévios, se necessário. Resumindo esta ideia: ... o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe; descubra isso e ensine-o de acordo (AUSUBEL, *apud* MOREIRA, 2011).

A concepção de Ausubel é interessante por romper com a ideia de que o aprendiz não possui contribuição no processo de ensino-aprendizagem, e passa boa parte do protagonismo para o aluno enquanto altera o papel do professor para um facilitador do processo, caracterizando, assim, um aspecto construtivista ao ensino.

V.1. TEORIA SOCIOINTERACIONISTA DE VYGOTSKY

O trabalho se baseou na teoria de Vygotsky que estudou os processos de desenvolvimento psicológico e deu grande contribuição para a concepção sociointeracionista. Segundo o autor, o desenvolvimento cognitivo se dá por conta de interações entre os indivíduos em sociedade.

O aprendizado, então, envolveria mediação por signos e instrumentos se relacionando intimamente com o desenvolvimento sociocultural. A interação do indivíduo em sua participação social tem o objetivo de integrá-lo na sociedade, para que possa fazer parte do grupo e do contexto cultural. Assim, esta perspectiva relaciona a convivência, incluindo seus aspectos culturais, sociais e históricos, com o desenvolvimento cognitivo do ser humano.

Considerando que o convívio social forma as funções cognitivas, a mediação tem papel fundamental nas construções de conceitos e ideias que permitirão o desenvolvimento intelectual, pois é por meio da mediação que o indivíduo recebe as informações e é exposto aos problemas a serem superados.

O processo de aprendizagem pode ser mediado por objetos, eventos, situações, modos de organização e a linguagem (OLIVEIRA, 2010). Sendo assim, na teoria sociointeracionista, não é necessariamente a presença de um professor que garante, ou que seja fundamental, para o processo de aprendizagem, pois a presença do outro social pode se manifestar por meio dos objetos, da organização do ambiente, dos significados que impregnam os elementos do mundo cultural que rodeia o indivíduo.

Vygotsky introduz ainda o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), como forma de explicar as competências latentes nos indivíduos que podem se desenvolver em capacidades, mas ainda não se consolidaram. Isto é caracterizado como um olhar prospectivo, ou seja, considerando o que ainda está por vir no desenvolvimento do estudante.

O autor defende que a ZDP é fator importante para o aprendizado, pois, na atuação pedagógica, o professor tem o papel de possibilitar o avanço dos estudantes mediando e alterando fatores para o desenvolvimento.

V.2. USO DO LABORATÓRIO DIDÁTICO NUMA CONCEPÇÃO CONSTRUTIVISTA

A construção do conhecimento científico, tradicionalmente, se baseia em um processo de rigorosa aplicação do método científico, com elaboração de hipóteses, experimentação, teste e refutação de ideias com base em muitas tentativas, até podermos chegar a teorias que representem, de maneira satisfatória, o funcionamento da natureza. Nesse processo, um personagem de destaque é o erro, pois segundo epistemólogos, como Gaston Bachelard (1884-1962) e Karl Popper (1902-1994), é através do erro que se dá o desenvolvimento do conhecimento, tendo este, portanto, grande importância para compreender a epistemologia do saber científico.

Entretanto, o uso do laboratório didático como instrumento que permite a mediação entre a realidade e as teorias científicas se contrapõe à função comprobatória do laboratório tradicional (ALVES FILHO, 2000). Logo, colocar o estudante como investigador do problema a ser resolvido, o aproxima dos procedimentos que um cientista real utiliza em seu trabalho, servindo de elemento motivador no ensino.

Tendo mais liberdade para errar e testar hipóteses no experimento, o aluno pode confrontar seus conhecimentos prévios com o resultado do teste das hipóteses e, através de questionamentos com o professor, elaborar argumentações para explicar suas percepções. Os resultados desse processo podem ser utilizados pelo professor para obter um rico panorama das ideias desenvolvidas nos alunos.

Atualmente, o uso do computador no laboratório é essencial, tanto para aquisição de dados, quanto para controle de equipamentos de automação. Somando-se a isso, existe uma crescente necessidade de atualizar o uso laboratório para condizer com as expectativas dos estudantes em termos tecnológicos. Como forma de simplificar a aplicação do computador e tornar o custo mais acessível, existem opções que se utilizam de microcontroladores, consistindo em sistemas computacionais simplificados e compactos, porém com as funções importantes de um computador a disposição do usuário. Sendo possível a entrada, processamento e saída de dados, podemos explorar uma diversa gama de aplicações para o uso de tais sistemas no laboratório didático (MARTINAZZO, 2014). Nesse âmbito, encontra-se

desenvolvida a plataforma Arduino, que consiste em um sistema computacional básico em uma única placa, sendo possível sua programação através da conexão a um computador convencional. Em seguida, pode ser utilizado independentemente para controlar e obter dados por suas entradas e saídas que podem operar com dados digitais e analógicos.

VI. RESULTADOS

No período de 09/09/2019 a 28/10/2019 foram ministradas aulas na turma 1F, pelo residente estagiário, acompanhadas pelo professor supervisor. No dia 11/11/2019, foi realizada uma oficina pedagógica. A seguir serão apresentadas estas atividades.

VI.1. DOCÊNCIA

Foram preparadas aulas expositivas e dialogadas, estimulando a participação dos estudantes. Foram utilizados como recursos didáticos, principalmente, o projetor multimídia e computador, como forma de expor melhor gráficos, imagens, simulações e animações durante as explicações. Como recursos secundários foram utilizados quadro branco e canetão, além de outros objetos para demonstrações em sala de aula.

Os principais conteúdos a serem abordados eram sobre Movimento Planetário, focando nas Leis de Kepler, Gravitação Universal de Isaac Newton e energia mecânica, com conservação da energia e trabalho. Esta fase também seria momento para abordagem de outros conceitos sobre Mecânica, importantes na Física como: colisões, estática e mecânica dos fluídos, mas em ordem de se trabalhar melhor, torna-se necessário escolher alguns conteúdos para estudar com mais profundidade.

Esta escolha não se dá de forma arbitrária, mas sim, seguindo a alguns critérios, como afinidade do professor com o conteúdo, relevância para a formação específica no curso, importância para o desenvolvimento das competências dos alunos e interesse dos estudantes pelo conteúdo. Este último de difícil identificação, porém muito importante para definir as expectativas dos alunos, quanto ao que eles esperam da Física e como eles visualizarão esta matéria deste ponto em diante. Por exemplo, se estes conteúdos abstratos, sobre astronomia, forem aplicados somente com fórmulas e cálculos, é perdida uma oportunidade única de se aprofundar em um conteúdo maravilhoso cheio de cores e formas que podem ser exploradas por meio de imagens, animações e vídeos que, certamente, chamam atenção de qualquer um, mesmo para leigos. Diz-se oportunidade única, pois utilizar estas informações e imagens em outros conteúdos é possível, mas muito difícil sem se usar de gambiarras ou tratar somente superficialmente sobre o tópico, como vemos em muitas notícias e reportagens sobre o tema na mídia.

O conteúdo é considerado interessante pois remete a grandes feitos da humanidade no setor espacial, como a ida homem à Lua e a exploração do espaço profundo, feitos do século passado, ainda não superados. Além disso, é possível abordar com os estudantes do ensino básico questões sobre o universo em que vivemos, desde as primeiras teorias dos filósofos gregos, até concepções modernas, como as de Albert Einstein.

VII. ABORDAGEM DOS ASPECTOS HISTÓRICOS

Para os conteúdos de Cinemática e Dinâmica, abordados no começo do ano letivo pelo professor regente, existem diversos experimentos disponíveis nos laboratórios de Física da instituição com possibilidade de visualização prática de quase todos os conteúdos no currículo. Mas, para o estudo das Leis de Kepler e da Lei da Gravitação Universal de Newton não há experimentos específicos que demonstrem estes conceitos, sendo necessário trabalhar os mesmos de forma abstrata. Existem telescópios que permitem a visualização noturna de astros do sistema solar, estrelas e outras formações no céu, sendo possível observar desde as fases de Vênus até as várias luas de Júpiter.



Figura 1: Observação possível com os instrumentos disponíveis. Júpiter e seus satélites naturais.
Fonte: OMEGON (2019).

As dificuldades de se utilizar estes instrumentos no ensino básico residem no fato de depender de muitos fatores que fogem ao controle do professor, como clima, disponibilidade de participação em aulas noturnas e número de instrumentos insuficiente para permitir a visualização por todos. Além disso, conforme o astro a ser observado, é necessário fazer aulas ao ar livre, em local com pouca iluminação. Outro fator importante é que, embora seja uma atividade recomendada e marcante para os estudantes, a observação do céu ainda mantém uma certa distância entre o conteúdo estudado em aula, principalmente das equações. Afinal, fica impraticável acompanhar um planeta por meses, em sua trajetória, para levantar dados.



Figura 2: Telescópio Celestron CPC 8 do tipo Schmidt-Cassegrain
 Fonte: FERMARKET (2019).

Para a abordagem deste conteúdo em aula, foi elaborado um material com apresentações em slides no computador para serem visualizados com uso de projetor multimídia. Trazendo figuras sobre as concepções sobre cosmologia, desde os primeiros filósofos gregos, como Aristarco de Samos (310 a.C. - 230 a.C.), pioneiro na teoria heliocêntrica, até Albert Einstein (1879 - 1955), com sua concepção de espaço curvo para explicar o movimento dos astros e a gravidade. Esta abordagem é importante, pois utiliza a história para contextualizar o conhecimento estudado e trazer uma perspectiva de como ele se transforma constantemente ao longo do tempo. Deixando, assim, em aberto as possibilidades para o desenvolvimento da Física e afastando o paradigma determinístico que muitos adotam acerca da ciência. Também evidencia o aspecto humano da ciência localizando os indivíduos que fizeram e fazem ciência no tempo e no espaço, realçando como estas condições levaram à suas descobertas.

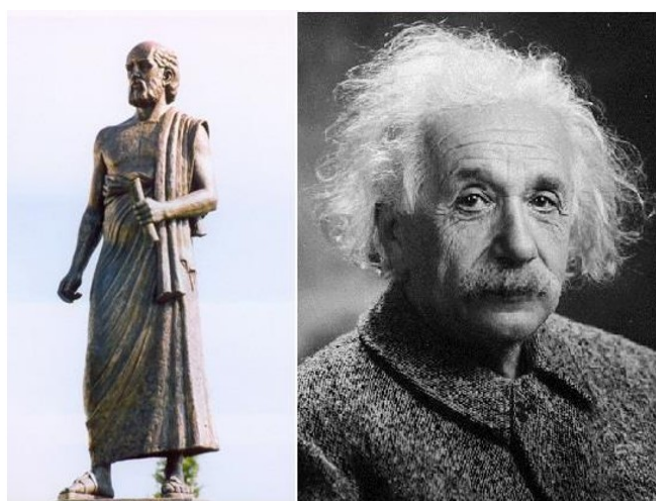


Figura 3: Aristarco de Samos, astrônomo e matemático grego do séc. III a.C. e Albert Einstein, físico teórico do séc. XX, do sistema heliocêntrico à teoria da relatividade geral.//Fonte: Adaptado de WIKIMEDIA COMMONS (2005, 2014).

Para introduzir o conteúdo das Leis de Kepler foi perguntado aos alunos como eles pensavam que se davam as estações do ano, por que uma parte do ano é mais quente, etc. E isto gerou uma discussão com alunos expondo diferentes pontos de vista sobre o fato. Alguns disseram que era porque a Terra está mais perto do Sol no verão e no inverno mais afastada. Outros responderam que Terra fica na mesma distância, o que muda é a inclinação relativa da terra com seu eixo de rotação. A segunda se aproxima mais do modelo aceito e a primeira resposta, por alguns alunos, revelou uma concepção alternativa de senso comum.

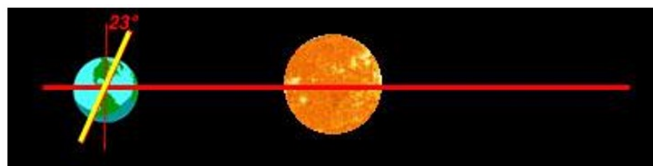


Figura 4: Representação da Terra e do Sol. O que causa as estações do ano?
Fonte: BAUER (1999).

De onde vem a concepção alternativa de que a Terra fica mais longe do sol no inverno? Talvez da forma como é ensinado sobre o movimento planetário no ensino fundamental, ou somente pela indução simples que se o Sol é que fornece o calor, então, se está mais frio, ele deve estar mais distante.

O que se pode observar é que a representação das órbitas dos planetas muitas vezes é representada de forma exagerada pelo material didático e, sem muita discussão do tema, pode-se ficar com uma impressão errada sobre o conteúdo (CANALLE, 2003).



Figura 5: Movimento do planeta Marte com o observado da Terra ao longo dos meses que se mostra visível.
Como explicar esse comportamento?
Fonte: SCIENCE AT YOUR DOORSTEP (2019).

Seguindo com o assunto da órbita da Terra, introduz-se uma comparação com os outros planetas, conforme o movimento que pode ser observado no céu a olho nu, e que conclusões podemos chegar. Foi retomado um dos personagens comentados na parte histórica, onde temos Johannes Kepler (1571-1630) tentando encontrar um modelo para as órbitas dos planetas observáveis utilizando o sistema heliocêntrico. Conforme a história, Kepler tentou diversas formas geométricas, partindo das órbitas circulares, como propostas pelos gregos, até chegar na forma elíptica, com o Sol não no centro, mas em um dos focos. Esta forma

e disposição lhe pareceram estranhas, mas era a que melhor se encaixava com as precisas observações feitas por outro importante pesquisador, Tycho Brahe (1546-1601).

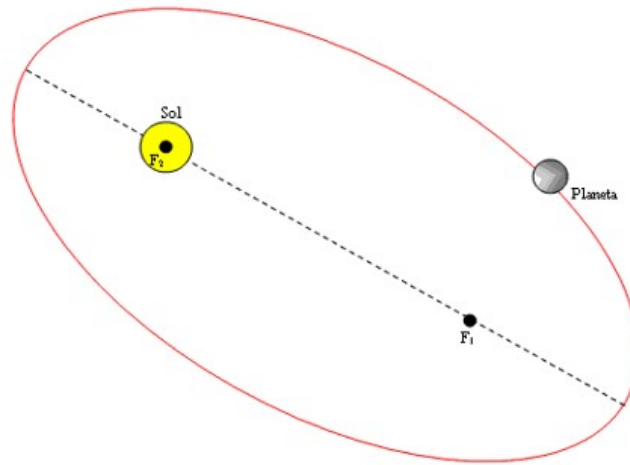


Figura 6: Movimento de um planeta em uma trajetória elíptica. Observe o Sol em um dos focos.
 Fonte: SÓ FÍSICA (2019).

VIII. ABORDAGEM DAS LEIS DE KEPLER PARA O MOVIMENTO PLANETÁRIO



Figura 7: Explicação sobre as Leis de Kepler.
 Fonte: O autor (2019).

Com um modelo que se encaixava muito bem no observado passa-se às outras contribuições de Kepler para a descrição do movimento planetário. Notável seu trabalho sobre a relação do período (ano) com a distância média do planeta ao Sol (raio médio ou semieixo maior da elipse), bem como sua outra constatação importante que diz que: Uma linha unindo um planeta ao Sol varre áreas iguais em períodos de tempo iguais. Esta constatação é importante, pois podemos relacioná-la com as posteriores leis desenvolvidas por Isaac Newton (1643 - 1727), sendo que dela deriva que o planeta tem velocidades diferentes ao longo da trajetória. O próprio Kepler deduziu que deveria ter uma razão para isto, mas não chegou a satisfatoriamente encontrá-la.

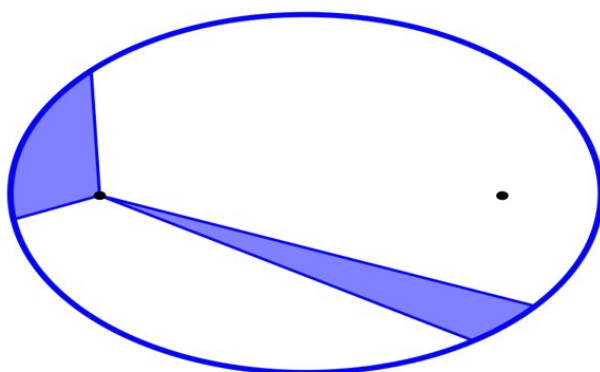


Figura 8: Representação da Segunda Lei de Kepler: Lei das Áreas. Dois segmentos diferentes, porém, percorridos no mesmo intervalo de tempo.

Fonte: WIKIMEDIA COMMONS (2007).



Figura 9: Imagem da nave Soyuz TMA 7, com astronautas a acoplando na ISS. É possível relacionar a terceira lei com evento ocorrido na mesma semana da aula.

Fonte: WIKIMEDIA COMMONS (2005b)

Para contextualizar a terceira lei, podemos utilizar o exemplo das missões espaciais atuais feitas pela NASA e outras agências espaciais. Em um exemplo, a nave Soyuz que tem massa de aproximadamente 7.000 kg (7 toneladas) acopla com a estação espacial internacional (EEI) que tem 420 toneladas. Mesmo com uma grande diferença de massa, elas podem ficar horas orbitando a Terra na mesma posição relativa, permitindo uma precisa aproximação, evidenciando que a massa não interfere na órbita ou na velocidade, uma vez que o período de translação depende somente do raio. Na semana em que foi preparada esta aula, ocorreu um episódio incomum na missão de abastecimento da EEI: a nave Soyuz MS 14 não pode se acoplar assim que chegou, devido a erros no sistema automático que estava em testes e o procedimento teve de ser abortado. Três dias depois, foi feita nova tentativa e durante os preparativos as naves permaneceram próximas, por dezenas de voltas, ao redor da Terra (CAVOK, 2019).

Outro tópico atual que pôde ser discutido em aula foi a publicação da primeira foto de um buraco negro criada com dados captados do centro da galáxia M87. O buraco negro supermassivo, denominado M87*, não é visível no espectro da luz visível e não pode ser

observado diretamente como outras estrelas na mesma região. A razão para isso é porque ele não emite luz e ainda prende toda a luz passa por ele ficando virtualmente invisível, mesmo para os mais poderosos instrumentos. Este objeto é semelhante ao Sagittarius A*, no centro de nossa galáxia. Para detectá-lo, os astrônomos lançaram mão das confiáveis e universalmente válidas leis de Kepler. Monitorando o comportamento das estrelas próximas do centro da Via Láctea foi possível perceber que elas orbitavam algo que não se via, mas exercia uma forte ação sobre as diversas estrelas nessa região.

Foi perguntado aos alunos se eles tinham conhecimento desta notícia e muitos reconheceram o tópico, principalmente porque foi assunto comum durante algum tempo na mídia. Foi possível perceber que muitos gostaram do tópico e ficaram interessados durante a explicação, apesar de já ser o final da aula.

Foi explicado que as pesquisas começaram a bastante tempo atrás, com dados desde a década de 90, até a recente publicação da famosa foto.

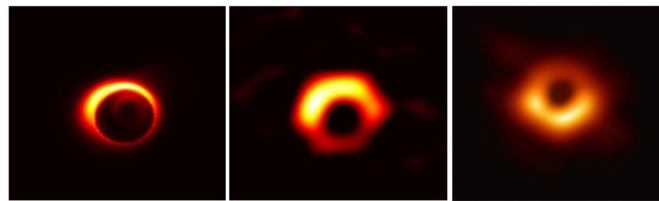


Figura 10: À esquerda e ao centro, modelos previstos pelos cientistas para um buraco negro. Ao lado, imagem criada com dados do centro da galáxia M87

Fonte: Adaptado de ESO (2017) e ESO (2019)

Para saber onde os cientistas deveriam apontar os instrumentos eles deveriam utilizar entre outros recursos, as leis de Kepler. Sendo que as trajetórias das estrelas orbitando a região são elípticas foi possível prever onde estava o ponto de interesse.

Foi utilizado um vídeo com as imagens de observação real do movimento das estrelas mostradas sequencialmente, evidenciando o movimento elíptico nessa região (WILLIAMS, 2016).

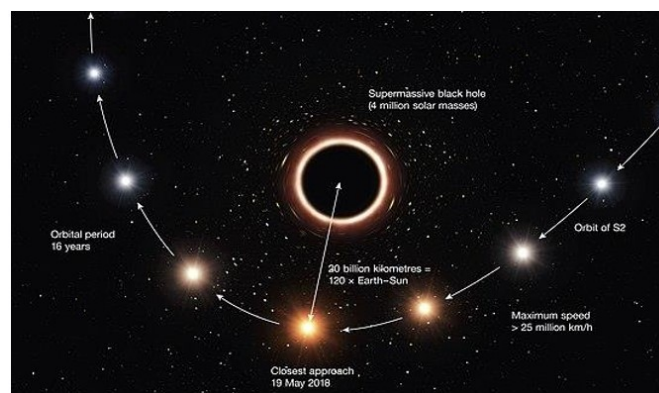


Figura 11: Representação artística do ponto mais próximo que uma estrela observada chega do buraco negro. A estrela S2 leva 16 anos para completar uma órbita.

Fonte: ESO (2018)

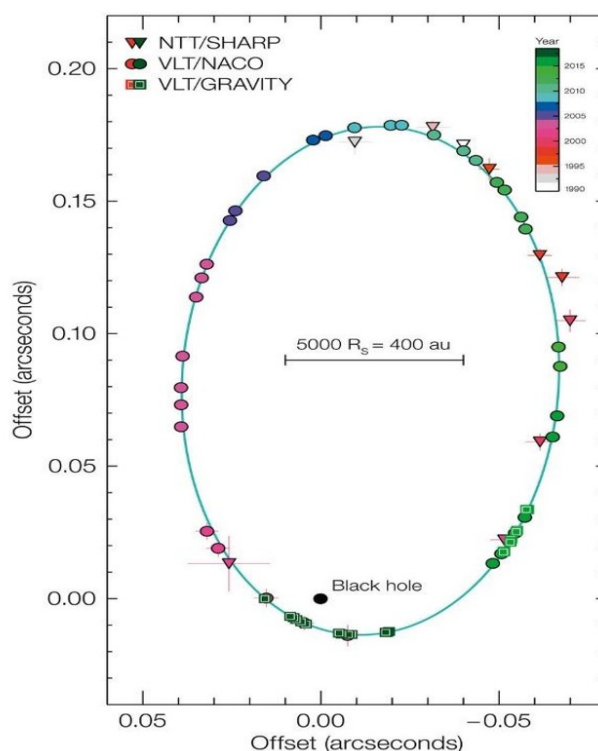


Figura 12: Dados de observação da estrela S2 com o período de acompanhamento na escala em cores (de 1990 a 2017).

Fonte: ESO (2018b)

Para identificar o que os estudantes compreenderam sobre o que foi exposto e o que foi discutido, propôs-se a construção de um mapa conceitual pelos alunos para relacionar os principais conceitos envolvidos nas três leis de Kepler. Era esperado que relacionassem itens como órbita do planeta, elipse, período de translação, raio médio, área varrida, constante de Kepler e outros na forma de conceitos interligados por setas e descrição das relações entre os itens. Foi explicado brevemente o que é um mapa conceitual e mostrado um exemplo com outro assunto, pois os alunos informaram que não haviam feito mapas conceituais anteriormente.

Tomando o livro didático como referência e o material apresentado, eles produziram em aula seus mapas conceituais. Também foi pedido que se organizassem em duplas para esta atividade, se assim desejassem, pois este era um momento propício para discussões e troca de ideias entre os alunos de forma mais livre.

Foram produzidos diversos tipos de mapas conceituais, desde alguns mais simples a outros bem criativos e ilustrados. Considera-se para avaliação desta atividade a forma como os alunos expuseram o que foi compreendido, levando em conta que a maioria consultou o livro para transcrever os conceitos, equações e enunciados das leis.

Como atividade adicional ao mapa, foi pedido que construíssem uma elipse conforme foi demonstrado com a ajuda de um aluno no quadro: com uso de uma corda e dois pontos fixos pode-se traçar satisfatoriamente uma elipse que corresponde a forma da órbita dos planetas. A figura ilustra o procedimento.

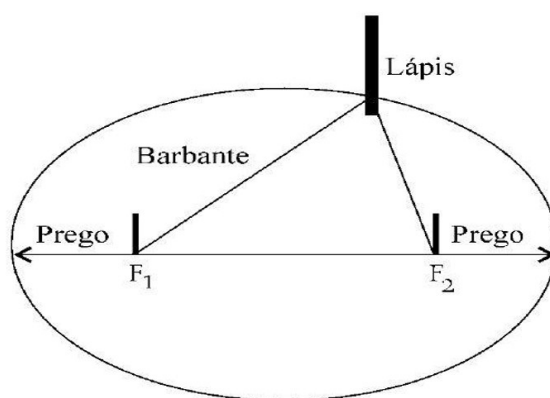


Figura 13: Procedimento para desenhar uma elipse.

Fonte: CANELLE (2003)

A disposição em dupla facilitou o procedimento e incentivou a cooperação entre os alunos para a construção da forma correta. Com o auxílio de um barbante disponibilizado pelo estagiário residente, pediu-se que desenhasssem a elipse atrás do mapa conceitual construído.

IX. ABORDAGEM DA LEI DA GRAVITAÇÃO UNIVERSAL DE ISAAC NEWTON E ASPECTOS DE FÍSICA MODERNA

Nas aulas seguintes se passou ao conteúdo de Gravitação propriamente dito, voltando o foco aos trabalhos de Isaac Newton (1643 - 1727) e a sua Lei da Gravitação Universal. Novamente foi abordado o aspecto histórico de seu trabalho, além de outras contribuições que o cientista proporcionou à Física, demonstrando-se que o seu trabalho, mesmo sendo totalmente inovador e revolucionário para a época, foi um desdobramento do avanço científico e os responsáveis se espalham ao longo dos séculos.

Dentre os feitos de Newton mencionados, estão a invenção do Cálculo Diferencial e Integral, de extrema importância para a Física e Engenharia bem como diversas áreas do conhecimento, seus estudos em óptica, culminando no desenvolvimento do telescópio de reflexão datando da época em que foi eleito membro da Royal Society em 1672, até sua presença como membro do Parlamento Britânico de 1687 a 1690. Este ponto é interessante comentar aos alunos, pois um dos fatores que levaram a estudar com afinco Newton durante boa parte do Ensino Médio na Física foi o impacto que ele teve na sociedade da época e a importância de seus estudos.

Mencionar que o trabalho de Newton sobre a Gravitação pretendia mostrar que as forças que agem sobre os corpos fazendo-os cair na Terra são de mesma natureza que as forças que fazem os astros moverem-se sob o céu traz uma contribuição para romper com algumas concepções alternativas como os corpos mais pesados chegam primeiro ao solo pois caem mais rápido. Explicando que semelhante ao movimento dos planetas, cujas massas de diferentes valores não interferem no período (e, portanto, na velocidade) de translação, os corpos de diferentes massas estão sujeitos a mesma aceleração gravitacional na superfície da Terra e, portanto, devem cair com a mesma variação de velocidade. Esta abordagem segue

uma linha racionalista, pois parte-se do modelo idealizado por Newton para propor leis que funcionam tanto no céu, quanto na Terra, servindo o experimento como mera confirmação do que foi proposto pelo modelo.

Entretanto, foi deixado claro que o avanço de Newton também abriu caminho para outras questões mais complexas. Por exemplo, ele explicou como a gravidade atua sobre os corpos, mas o que é a gravidade, em essência, ainda estava por ser estudado. Neste ponto, surge uma oportunidade de inserir a Física Moderna e Contemporânea (FMC) no ensino, como é indicado pelos documentos legais, como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e a Base Nacional Curricular Comum (BNCC), os quais indicam a FMC como um dos elementos necessários para que o indivíduo possa se posicionar de forma crítica e atuante na sociedade moderna (BUSATTO *et al*, 2018). No início do século XX, Albert Einstein (1879 - 1955) desenvolveu sua teoria sobre a gravidade, aprofundando-se um pouco na natureza do fenômeno de atração entre os corpos, propondo uma nova concepção para espaço e até novas considerações sobre a passagem do tempo.

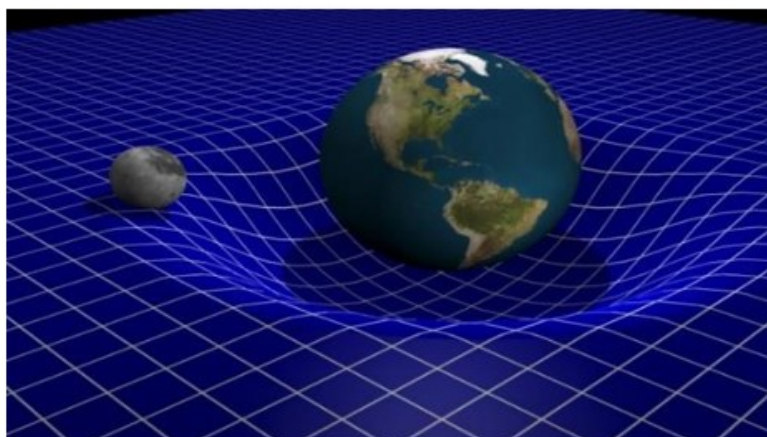


Figura 14: *Concepção moderna de como representar a influência entre os corpos no espaço.*
Fonte: JACOBITA (2015)

É importante inserir tópicos de FMC sempre que possível pois, em contraste com o desenvolvimento tecnológico atual, ainda estamos focando no ensino da Física Clássica desenvolvida há mais de três séculos e deixando de lado a teoria mais atual, vigente desde o século passado. Entende-se que a Física newtoniana é fundamental para a compreensão do desenvolvimento da Física como ciência e, inclusive, é de uso constante nas atividades espaciais modernas e, portanto, jamais deve ser vista superficialmente, e não deve ser a única concepção apresentada aos alunos.

Também é importante ressaltar aqui, que este assunto é de constante debate no meio acadêmico e nas elaborações das atuais políticas educacionais brasileiras: até que ponto é relevante a inserção da FMC e da Histórica da Ciência? Para exemplificar, Mozena *et al* (2016), em sua análise crítica da versão da BNCC analisada pelos autores, comentam que a retirada da ênfase no estudo da Física Moderna e o uso da História da Ciência representa um aspecto negativo por manter o currículo tradicional em detrimento do desenvolvimento e desfavorecer classes sociais mais vulneráveis.

A partir deste momento, passou-se a apresentar as relações matemáticas relativas a estes conceitos.

Lei da Gravitação Universal de Newton:

$$F_g = \frac{G \cdot M \cdot m}{d^2} \quad (1)$$

Onde F representa a força de interação gravitacional entre os corpos, m e M as massas dos respectivos corpos e r a distância entre eles. G é uma constante gravitacional válida para todos os corpos:

$$G \approx 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{N \cdot m^2}{kg^2} \quad (2)$$

Em unidades do Sistema Internacional (SI) teremos a força em N (Newtons), se utilizamos a massa em kg (quilogramas) e a distância em m (metros). Esta equação representa a forma analítica da definição da Lei da Gravitação e deve ser desmitificada para evitar que se assuste os alunos com uma fórmula que relaciona quatro grandezas e uma constante e lida com valores ou muito grandes, como para exemplos com planetas, ou muito pequenos como quando calcula-se a atração gravitacional entre duas pessoas. Necessita-se que o aluno tenha conhecimentos de notação científica para simplificar os cálculos, representando as medidas em potência de 10, e isto deve ser trabalhado se identificada a necessidade.

Foi tratado, também, como as considerações de Newton trouxeram novas possibilidades de interpretações de fenômenos até então sem explicações razoáveis, como para os cometas. Tratou-se de mostrar as diversas formas de cônicas que podem ser obtidas com as suposições de Newton, sendo que os cálculos levaram a deduções de formas além da confirmada por Kepler anteriormente. Com isso, foi inserido no leque de trajetórias possíveis as parábolas e as hipérbolas, além da forma circular que já era um caso particular da elíptica. Foi mostrada a figura para uma boa interpretação.

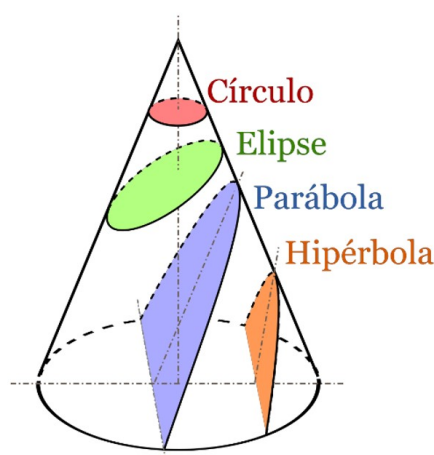


Figura 15: Representação geométrica das cônicas, relacionando com as formas de órbitas possíveis.

Fonte: WIKIMEDIA COMMONS (2008).

Este assunto se relaciona com a disciplina de Matemática na parte de Geometria Espacial, tópico também visto superficialmente, considerando sua complexidade, e focando nos

aspectos analíticos das equações que geram estas formas. Desta forma, também se traz uma contextualização com aplicações destas formas geométricas.

Como forma de avaliação deste conteúdo, foi proposto a realização de exercícios do livro didático, pois ele tinha questões conceituais e problemas com cálculos de aplicações específicas sobre gravitação. Na aula posterior, os alunos entregaram as questões resolvidas revelando algumas dificuldades, principalmente na parte matemática, para resolução dos problemas. Inclusive, alguns que não conseguiram compreender o que o exercício pedia em termos da aplicação da lei da gravitação. Foi utilizado um espaço da aula para demonstração no quadro para a resolução de alguns exercícios.

X. ABORDAGEM SOBRE A ENERGIA MECÂNICA E TRABALHO

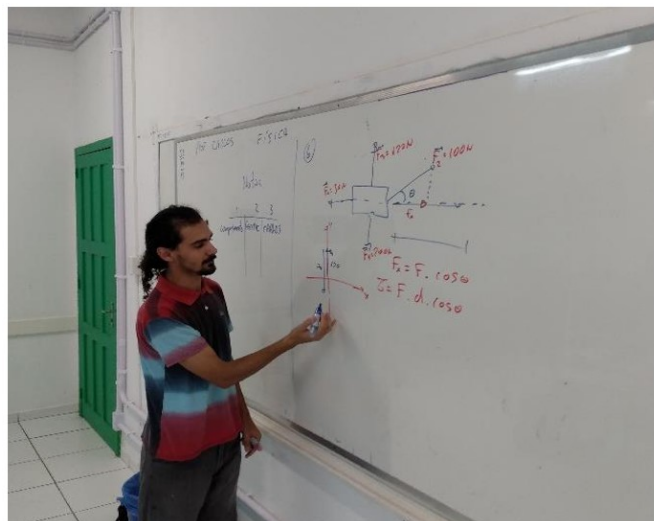


Figura 16: *Aplicação matemática do conteúdo.*
Fonte: O autor (2019).

Para dar sequência ao conteúdo, foi passado ao tema sobre Energia Mecânica, explicando que esta é mais uma forma que a energia pode se manifestar e, com isso, introduzir conceitos como conservação geral da energia e transferência de energia até chegar em uma definição que a relacione com o conceito de trabalho.

Durante a aula anterior, onde foi feito um auxílio para a resolução dos problemas sobre gravitação, os alunos estavam em meio a preparação para a Feira de Ciências que ocorre na Semana de Ensino, Pesquisa e Extensão (SEPE) na instituição, e foi dado espaço para que pudessem terminar e preparar seus trabalhos. Com isso, a programação que tinha sido feita para esta aula não se concretizou e foi pedido um resumo sobre a introdução do capítulo 10 do livro didático, que dava os conceitos iniciais para o entendimento do conteúdo.

Foi retomado o que foi estudado até o momento, com o movimento planetário e a lei da gravitação, e feito uma ligação com este aparentemente novo conteúdo. Mostrou-se que, na verdade, este é apenas mais um desdobramento dos conteúdos estudados e que podemos agora estudar mais profundamente fenômenos de aspectos mais práticos, como a energia

relacionada à velocidade de um objeto, ou a energia potencial que possui quando suspenso a determinada altura.

X.1. OFICINA SOBRE MOVIMENTO PLANETÁRIO COM USO DE SIMULAÇÃO NO ARDUINO

Para a exploração dos conceitos estudados no decorrer das aulas foi desenvolvida uma oficina pedagógica e, como forma introduzir o uso de tecnologias no ensino, utilizou-se da plataforma Arduino. Propôs-se o desenvolvimento de uma atividade que permitisse uma interação prática e significativa de parte do conteúdo sendo estudado.

XI. A PLATAFORMA ARDUINO

Criada em meados de 2005, o sistema se caracteriza por ser compacto e autossuficiente para aplicações de baixa complexidade.

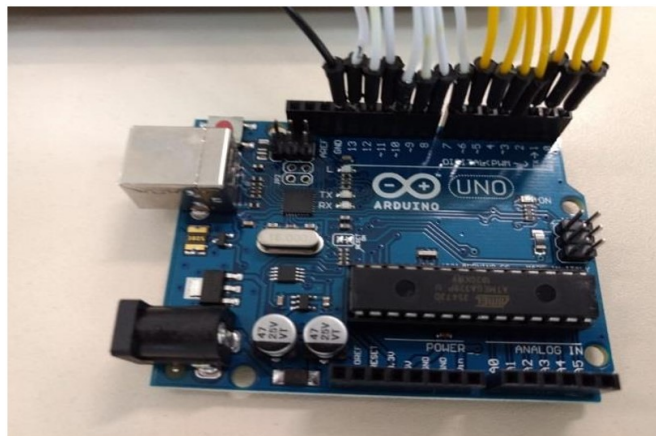


Figura 17: Placa controladora Arduino.
Fonte: O autor.

Dispondo de entradas e saídas digitais programáveis, é possível acionar uma gama de equipamentos, sensores e atuadores para diversas aplicações. Para a nossa aplicação foram utilizadas 8 das 14 portas digitais disponíveis, que foram configuradas como saídas para o acendimento dos LEDs. Conforme o padrão digital, as saídas têm tensão elétrica de 5V quando no estado acionado e, portanto, suficientes para prover energia para ligar diretamente um LED cada uma, sendo a corrente limitada por resistor de 220ω .

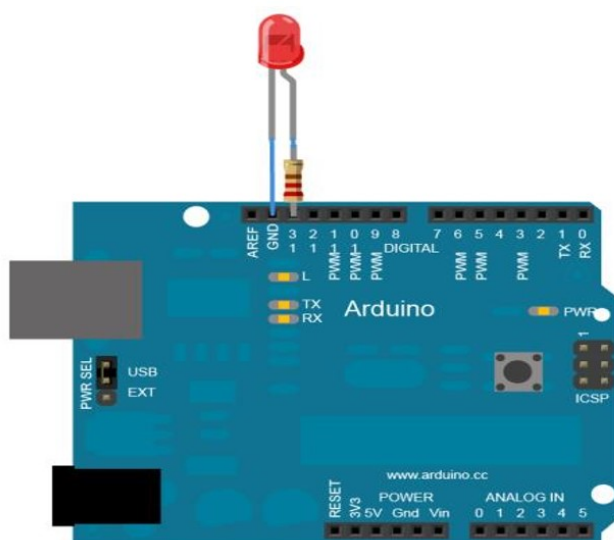


Figura 18: Exemplo de circuito para ligar um LED com resistor de 220ω .
Fonte: ARDUINO (2019).

A plataforma, por ser de código aberto e amplamente utilizada por entusiastas mundialmente, não oferece muitas dificuldades de utilização pois, mesmo para o usuário inexperiente, existem muitas informações, tutoriais e materiais prontos para serem utilizados gratuitamente na Internet. Quanto à parte eletrônica, dependendo da montagem desejada exige muito pouco conhecimento técnico e, no nosso caso, a plataforma requer apenas uma instrução básica sobre o uso do LED e do resistor como limitador de corrente.

Cada montagem foi elaborada com uma placa controladora Arduino, 8 (oito) LEDs, uma placa de prototipagem protoboard, oito resistores, um cabo de alimentação USB ou fonte de alimentação e fios para conexão entre os componentes. A programação foi feita pelo residente e foi preparada previamente a aplicação da oficina.

Foram montados painéis de madeira com LEDs fixados conforme trajetórias específicas de astros fictícios na forma de elipse.

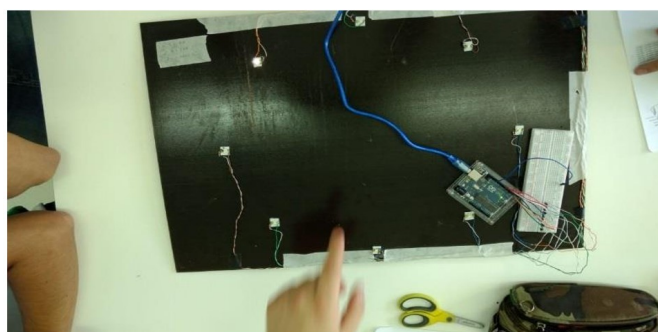


Figura 19: Montagem com os LEDs na forma elíptica.
Fonte: O autor (2019).

Com os tempos programados para acender os LEDs correspondentes a cada posição, ao conectar o experimento em uma fonte de energia (computador com USB ou fonte de 9V) o

sistema começava a ligar os LEDs sequencialmente conforme o movimento de um astro com as configurações da elipse projetada.



Figura 20: Fontes de alimentação para dispensar o uso do computador.
Fonte: O autor (2019).

XII. SIMULAÇÃO E TOMADA DOS DADOS

Para a utilização segura do equipamento, foi necessária uma explicação prévia ao contato dos alunos com as montagens para que não manuseassem o equipamento sem os devidos cuidados. Tratando-se de circuitos de baixa tensão, da ordem de 10V, não houve necessidade de proteção contra choques elétricos nem dispositivos de proteção, mas em toda montagem elétrica ou eletrônica é bom ter cuidado para evitar curtos-circuitos e conexões indevidas, que podem danificar os equipamentos.



Figura 21: Introdução sobre o uso da tecnologia e suas capacidades.
Fonte: O autor (2019).

Com a simulação em mãos e dispostos em grupos, os estudantes passaram a observar alguns detalhes da montagem para obterem uma noção inicial sobre o funcionamento e fazer as conexões básicas dos respectivos LEDs nas saídas correspondentes. Houve dificuldades

para identificação dos locais onde deveriam conectar os fios, pois alguns não estavam numerados e isto complicou desnecessariamente o procedimento.



Figura 22: *Alunos preparando o Arduino para simulação.*
Fonte: O autor (2019).

Com o circuito montado pode-se partir para a simulação propriamente dita. Com o uso do celular foi possível registrar os tempos do momento do acendimento para cada LED, registrando no aplicativo cronômetro e preencher uma tabela disponibilizada com o roteiro.



Figura 23: *Órbita quase circular correspondente a órbita da Terra ao redor do sol.*
Fonte: O autor (2019).

O roteiro simplificado e com questões simples e abertas se propôs a dar mais liberdade para o trabalho dos alunos, mas acabou deixando a maioria apreensivos, pois sempre levantavam questões sobre o que era para fazer e demonstravam medo de não estar fazendo corretamente. Foi explicado que o importante era identificar os conceitos estudados sobre as Leis de Kepler presentes nos experimentos. Pedia-se para identificar a forma como o planeta se comporta quanto a velocidade ao longo da trajetória: uma relação direta com a Segunda

Lei de Kepler que permite identificar onde o planeta possui maior velocidade e onde possui menor velocidade, fato que podia ser facilmente observado na sequência de acendimento dos LEDs da simulação. Também, indiretamente, era necessário compreender a Primeira Lei de Kepler para identificar na forma da elipse de onde se referenciava o movimento, no caso o posicionamento do sol em um dos focos. Isto foi explicado em um desenho no quadro para compreensão de todos.

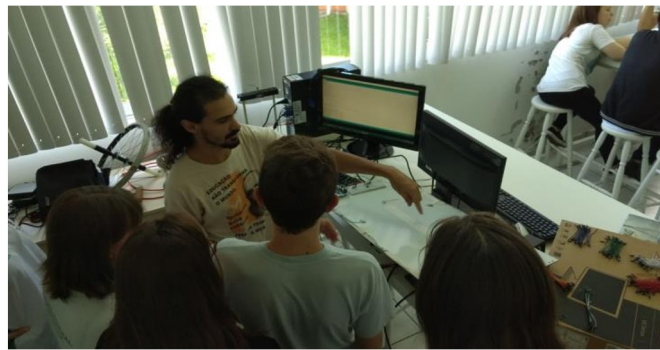


Figura 24: Explicação sobre a programação da simulação no Arduino.
Fonte: O autor (2019).

Para abordar um tratamento matemático à atividade pediu-se para calcular uma constante conforme a Terceira Lei de Kepler, segundo a equação:

$$\frac{T^2}{R^3} = K \quad (3)$$

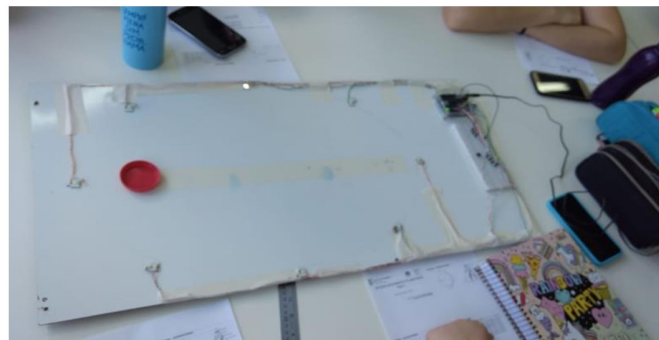


Figura 25: Na imagem, o primeiro LED (parte superior) aceso, indicando o ponto inicial para medir o período.
Fonte: O autor (2019).

Para isto era necessário, dispondo dos dados da tabela criada, tomar o valor do período (uma volta completa) da órbita do planeta e medir o raio-médio conforme a escala indicada no experimento. No quadro, também foi indicado como fazer o procedimento, além disso o material continha uma figura para auxiliar:

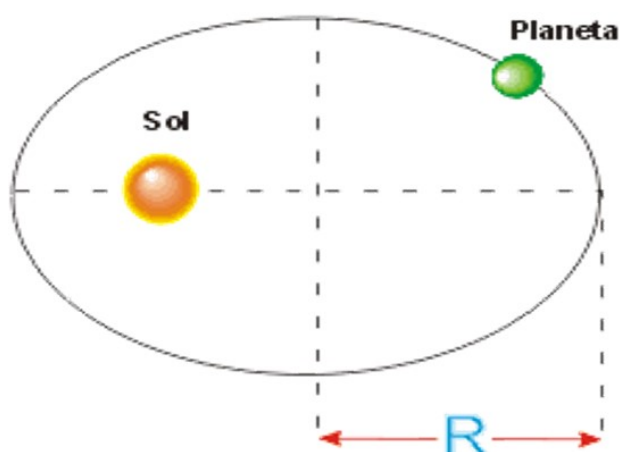


Figura 26: Representação do raio-médio, que é o semieixo maior da elipse.
Fonte: EDUCABRAS (2018).

Foi enfatizado a conveniência de se utilizar as unidades que comumente os astrônomos lançam mão: as medidas de distância em Unidades Astronômicas (UA) e o tempo em anos terrestres. A primeira corresponde a distância média da Terra ao Sol e equivale a aproximadamente 149.000.000 km, e a segunda pode ser considerada como os 365 dias de translação da Terra. Com uma constante mais simplificada é mais fácil calcular os dados de outros planetas, conforme observado por uma aluna, que se interessou em confirmar a órbita de Urano que, segundo a mesma, deveria ficar perto de 19 vezes a distância da Terra ao Sol. Usando a calculadora, rapidamente calculamos o período de translação do planeta Urano, condizendo com os valores oficiais.

Outra questão requeria as medidas das áreas formadas pelo deslocamento da linha que liga o planeta ao Sol em dois trechos diferentes, para estabelecer uma relação entre elas.

O procedimento é o seguinte: mede-se a o tempo entre dois pontos sequenciais em um dos extremos da elipse de preferência (dado já tomado em tabela). Em seguida, toma-se a área formada por este deslocamento partindo do foco onde se localiza o sol. Como na figura que constava no roteiro:

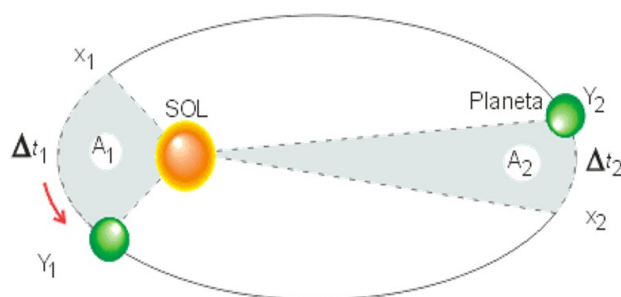


Figura 27: Segunda Lei de Kepler.
Fonte: EDUCABRAS (2018).

Para simplificar o procedimento, foi instruído para que considerassem as áreas percorridas (segmentos em cinza na figura) como triângulos que deveriam ser calculados com a

seguinte relação:

$$A = \frac{b \cdot h}{2} \quad (4)$$

Onde b é o comprimento da base do triângulo e h a altura perpendicular desde a base.

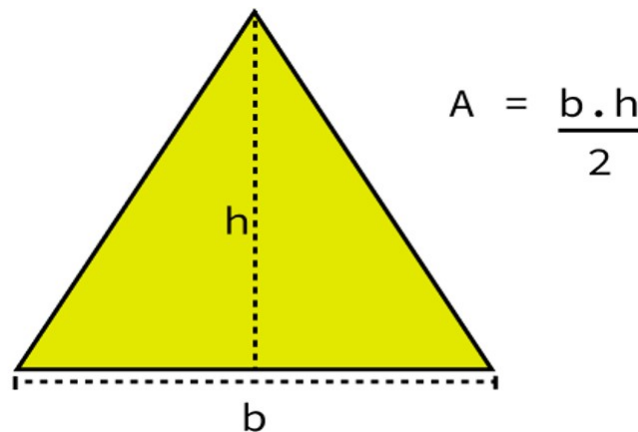


Figura 28: Relação geométrica para cálculo da área do triângulo.
Fonte: MATEMÁTICA BÁSICA (2019).

Para se chegar a uma relação relevante é necessário observar que, comparando os dados de dois segmentos diferentes (uma relação de cada extremo por exemplo), os tempos maiores condizem com áreas percorridas maiores e vice-versa. Esta atividade revelou dificuldades dos alunos por necessitar de passos intermediários, pois é muito fácil se desvincular do objetivo proposto na questão, logo declaravam que não estavam mais entendendo. Buscou-se retomar que o necessário era comparar os tempos em cada trecho e comparar com as respectivas áreas, o que ficou facilitado por ter o experimento em mãos, que permitiu rápida visualização e conferência.

Outra questão se tratava de situar o observado em relação as velocidades no periélio e no afélio em números, para se ter uma comparação matemática em relação a magnitude das velocidades médias entre dois pontos em cada extremo. Esta relação também remete a Segunda Lei de Kepler e pode ser utilizada para comentar sobre a relação da energia potencial e energia cinética no ponto mais próximo entre os astros (periélio) e no ponto mais afastado (afélio). É possível relacionar com o conceito de conservação da energia mecânica, pois no ponto mais afastado a energia mecânica é igual à do ponto mais próximo. O que muda é que parte da energia é potencial e parte cinética. Como a cinética aumenta no periélio, a potencial é menor; no ponto mais afastado a velocidade baixa remete a uma menor energia cinética, mas a potencial gravitacional, ligada à distância, é maior.

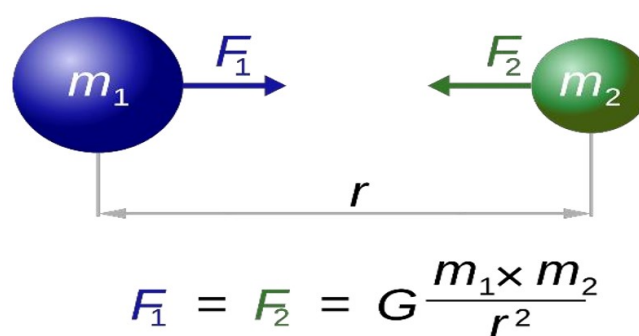


Figura 29: Esquema para compreensão e cálculo da força entre os corpos.

Fonte: WIKIPÉDIA (2008b).

O último item pedia justamente para fazer o cálculo da força de atração no periélio e no afélio, na tentativa de evidenciar as causas do movimento observado. Pedia-se para escolher algum planeta do sistema solar para utilizar sua massa como dado e, no foco da elipse, a massa do Sol. Isso para concluir que faz sentido o planeta ter uma velocidade maior próximo ao Sol, já que a força maior causa uma aceleração mais acentuada.

Estas duas últimas questões ficaram para serem resolvidas e entregues após a oficina, pois estas atividades se mostraram desafiadoras para os grupos e eles precisaram de mais tempo para resolvê-las.

XIII. CONSIDERAÇÕES

A criação e aplicação de atividades diferenciadas demanda tempo e habilidades. Além disso, se estas condições não forem propícias, o desafio torna-se demasiado exaustivo, podendo fazer com que os professores, na atuação docente, deixem de buscar estes diferenciais, já que é necessário estrutura e contínuo aprimoramento para acompanhar as inovações e mudanças sociais que demandam alterações no ensino. A realidade da profissão mostra-se desafiadora, mas com atividades como esta, realizadas no âmbito da Residência Pedagógica, bem como em programas como PIBID e no estágio supervisionado, pode-se obter uma melhor preparação para uma atuação docente mais segura e promissora para os futuros profissionais.

As atividades foram muito proveitosas e mostraram as possibilidades para diversificar os instrumentos que podem ser elaborados pelo próprio professor para tornar as aulas atrativas para os estudantes e efetivamente proporcionar um aprendizado significativo. Ficou claro que, quando desafiados com problemas, os estudantes se propõem a resolvê-los e, mesmo quando não estão muito dispostos, a apresentação de um método novo traz um interesse importante para o processo de ensino-aprendizagem.

A oficina auxiliou no entendimento dos alunos quanto ao conteúdo, sendo que estavam tendo algumas dificuldades na disciplina, como pode ser verificado pelas avaliações anteriores, trazendo interesse em realizar a atividade proposta e apresentando resultados satisfatórios, com boas notas ao final. Segundo os estudantes, a observação do fenômeno trouxe maior significado para o que eles já haviam estudado e levantou novas questões, que puderam ser discutidas com o estagiário residente.

As atividades desenvolvidas pelo residente serviram de experiência para a elaboração de outras oficinas, pois grande parte do processo de pesquisa e ambientação com a plataforma Arduino já foi ultrapassado pelo residente por conta destas atividades. Por exemplo, para atividades com uso de simulação do movimento, tendo em vista o aspecto cinemático, o código produzido pode ser facilmente adaptado para o estudo de movimentos circulares, parabólicos, elípticos, entre outros.

Para outras atividades que exijam a aquisição e apresentação de dados, foi planejado o uso de sensores e de *display* ligados ao Arduino, bem como o uso do computador que pode ser ligado ao mesmo durante as experiências, permitindo a visualização dos dados obtidos e possibilitando ao aluno interagir com o processo estudado, tornando-se praticamente um pesquisador e menos expectador.

O conteúdo de cinemática foi apresentado com o uso de instrumentos e demonstrações que modificaram a dinâmica de ensino. Houve disposição por parte dos alunos à execução do proposto e o interesse demonstrado pela avaliação trouxe resultados positivos.

Verificou-se também que, apesar da complexidade do trabalho com uma tecnologia que requer um conhecimento técnico, a versatilidade de aplicações e a grande variedade de material disponível publicamente trazem o desenvolvimento de diversas atividades ao alcance dos futuros docentes com baixo custo, quando comparado com equipamentos profissionais.

REFERÊNCIAS

ALVES FILHO, José Pinho. *Atividades experimentais: do método à prática Construtivista*. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/123909/mod_resource/content/0/tese_-_capitulo_1_historico_dos_projetos.pdf>. Acesso em: 21, nov 2018.

ARDUINO. *Blink*. 2019. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/tutorial/blink>>. Acesso em: 1, ago 2019.

AUER, W. Applet: Seasons. 1999. Disponível em: <<http://lectureonline.cl.msu.edu/~mmp/applist/seasons/cd190b.htm>>. Acesso em: 1, ago 2019.

BUSATTO, Cassiano Zolet. SILVA, Júpiter Cirilio da Roza. PANSERA, Necleto Junior *et al.*

O Ensino De Física Moderna E Contemporânea Na Educação Básica: Conteúdos Trabalhados Pelos Docentes. *Revista CIATEC UPF*, vol.10 (1), p.p.104-115, 2018. Disponível em: <<http://seer.upf.br/index.php/ciatec/article/viewFile/8388/114114176>>. Acesso em: 01, ago 2019.

CANALLE, João Batista Garcia. O Problema do Ensino da Órbita da Terra. *Física na Escola*, v. 4, n. 2, 2003. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol4/Num2/v4n2a06.pdf>>. Acesso em: 01, ago 2019.

CAVOK BRASIL. *ESPAÇO: Soyuz não conseguiu atracar na Estação Espacial*. 2019. Disponível em: <<https://www.cavok.com.br/blog/espaco-soyuz-nao-conseguiu-atracar-na-estacao-espacial/>>. Acesso em: 01, ago 2019.

COELHO, Marco Antônio; DUTRA, Lenise Ribeiro. Behaviorismo, cognitivismo construtivismo: confronto entre teorias remotas com a teoria conectivista. *Caderno de Educação*, ano 20 - n. 49, v.1, 2018 - p. 51 a 76. Disponível em: <revista.uemg.br/index.php/cadernodeeducacao/article/download/2791/1529> . Acesso em: 1, jul 2019.

EDUCABRAS. *Gravitação Universal*. 2018. Disponível em: <https://www.educabras.com/vestibular/materia/fisica/mecanica_cinematica/aulas/gravitacao_universal>. Acesso em: 01 ago 2019.

ESO. European Southern Observatory. *Concepção artística da estrela S2 passando perto do buraco negro supermassivo situado no centro da Via Láctea (anotada)*. ESO/M. Kornmesser. 2018. Disponível em: <<https://www.eso.org/public/brazil/images/eso1825b/>>. Acesso em 1, ago 2019.

ESO. European Southern Observatory. *Diagrama da órbita da estrela S2 em torno do buraco negro situado no centro da Via Láctea*. ESO/MPE/GRAVITY Collaboration. 2018b. Disponível em: <<https://www.eso.org/public/brazil/images/eso1825c/>>. Acesso em 1, ago 2019.

ESO. European Southern Observatory. *Primeira imagem de um buraco negro*. 2019. Disponível em: <<https://www.eso.org/public/brazil/images/eso1907a/>>. Acesso em 1, ago 2019.

ESO. European Southern Observatory. *Taking the First Picture of a Black Hole*. 2017. Disponível em: <<https://www.eso.org/public/brazil/outreach/first-picture-of-a-black-hole/blog/>>. Acesso em 1, ago 2019.

IMAGEM. *Telescopio Schmidt Cassegrain CPC 8" Celestron*. Disponível em: <<https://www.telescopifermarket.com/prodotto/telescopio-schmidt-cassegrain-cpc-8-celestron/>>. Acesso em: 01, ago 2019.

JACOBITA. *100 años con la teoría de la relatividad general*. 2015. Disponível em: <<https://www.jacobita.cl/ciencia/100-anos-con-la-teoria-de-la-relatividad-general>>. Acesso em: 01, ago 2019.

MARTINAZZO, Claodomir Antonio; TRENTIN, Débora Suelen; FERRARI, Douglas; PI-AIA, Matheus Matiasso. *Arduino: Uma Tecnologia no Ensino de Física*. PERSPECTIVA, Erechim. v. 38, n.143, p. 21-30, setembro/2014. Disponível em: <www.uricer.edu.br/site/pdfs/perspectiva/143_430.pdf>. Acesso em: 04, nov 2019.

MATEMÁTICA BÁSICA. *Área do Triângulo: Veja Como Calcular!*. 2019. Disponível

em: <<https://matematicabasica.net/area-do-triangulo/>>. Acesso em: 20, out 2019.

MOREIRA, Marco Antonio. *Teorias de Aprendizagem*. 2a ed. São Paulo: EPU, 2011. 242.

MOZENA, Erika Regina. OSTERMANN, Fernanda. Sobre a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e o Ensino de Física. Editorial do *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* (v.33, no 2, 2016). Universidade Federal do Rio Grande do Sul UFRGS. 2016. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2016v33n2p327/32314>>. Acesso em 1, nov 2019.

OLIVEIRA, M. K.; FERREIRO, E.; CASTORINA, A.; LERNER, D. *PIAGET- VYGOTSKY Novas contribuições para o debate*. 6a ed. São Paulo: Ática, 2010. 175.

OMEGON. *Skywatcher Teleskop N 150/750 Explorer BD EQ3-2*. 2019. Disponível em: <<https://www.omegon.eu/pt/skywatcher-teleskop-n-150-750-explorer-bd-eq3-2/p,15330>>. Acesso em: 11, set 2019.

PIMENTA, Selma G. *Estágio e Docência*. 6a ed. São Paulo: Cortez, 2011. 296.

PINHEIRO, Fernando Krein. *Arduino: Controlando leds pelo teclado*. 2011. Disponível em: <<https://ferpinheiro.wordpress.com/2011/05/18/arduino-controlando-leds-pelo-teclado/>>. Acesso em 22, abr 2019.

SCIENCE AT YOUR DOORSTEP. The Ptolemaic Universe. 2017. Disponível em: <<https://scienceatyourdoorstep.com/2017/09/16/the-ptolemaic-universe/>>. Acesso em: 01, ago 2019.

SÓ FÍSICA. Leis de Kepler. Virtuous Tecnologia da Informação, 2008-2019. Disponível em: <<https://www.sofisica.com.br/conteudos/Mecanica/GravitacaoUniversal/lk.php>>. Acesso em: 01, ago 2019.

WIKIMEDIA COMMONS. Albert Einstein Head. 2014. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Albert_Einstein_Head.jpg>. Acesso em: 01, ago 2019.

WIKIMEDIA COMMONS. Aristarchos von Samos. 2005a. Disponível em: <[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Aristarchos_von_Samos_\(Denkmal\).jpeg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Aristarchos_von_Samos_(Denkmal).jpeg)>. Acesso em: 01, ago 2019.

WIKIMEDIA COMMONS. Kepler's second law of planetary motion. 2007. Disponível em: <<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kepler-second-law.svg>>. Acesso em: 01, ago 2019.

WIKIMEDIA COMMONS. *Secciones cónicas*. 2008. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Secciones_c%C3%B3nicas.svg> . Acesso em: 01, ago 2019.

WIKIMEDIA COMMONS. *Soyuz TMA-7 approach*. 2005b. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Soyuz_TMA-7_approach.jpg>. Acesso em: 01, ago 2019.

WIKIPÉDIA, 2008. *Newton's law of universal gravitation*. Disponível em: Disponível em: <<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:NewtonsLawOfUniversalGravitation.svg>>. Acesso em: 02 nov 2019.

WILLIAMS, Matt. A star is about to go 2.5% the speed of light past a black hole. *Universe Today*, 2016. Disponível em: <<https://phys.org/news/2016-06-star-black-hole.html>>. Acesso em 1, ago 2019.



TEORIA DE PIAGET E EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE ELETROMAGNETISMO

B. M. SILVA¹, R. C. PAZIM¹, F. L. EVANGELISTA¹, L. L. ALVARENGA¹

¹Licenciatura em Física, Instituto Federal Catarinense - *campus* Concórdia.

Resumo

Este relatório refere-se ao Programa de Residência Pedagógica, vinculado ao curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal Catarinense campus Concórdia. O objetivo foi promover a imersão do licenciando no contexto escolar e possibilitar o aprendizado e o desenvolvimento da identidade docente. As atividades foram desenvolvidas com uma turma de 3º ano do Técnico em Agropecuária Integrado ao Ensino Médio, e envolveram a leitura de documentos pertinentes para o processo de ensino-aprendizagem, oito semanas de atuação como docente e aplicação de uma oficina didática. Durante a docência e a oficina didática foram abordados os conceitos ligados a eletromagnetismo, por meio da experimentação, história da ciência, resolução de problemas e simulações virtuais. Como embasamento teórico, foram adotadas as concepções construtivistas de Jean Piaget. De modo geral, as experiências desenvolvidas na Residência Pedagógica representaram uma oportunidade única de preparação para o futuro trabalho docente. [EDITAR]

Keywords: Ensino de Física. Teoria Piagetiana. Experimentação.

I. INTRODUÇÃO

As atividades da Residência Pedagógica foram realizadas no IFC *campus* Concórdia com a turma 3B, um dos 3ºs anos do Curso Técnico em Agropecuária Integrado ao Ensino Médio. Desenvolveu-se num período de oito semanas, atividades ligadas à docência, em que a residente atuou como professora. Durante as aulas assumiu-se como prerrogativa abordar os conceitos físicos relacionados ao eletromagnetismo, como ímãs, campo magnético e força magnética. Concomitantemente, foi realizada uma oficina didática com o objetivo de explorar as aplicações do eletromagnetismo a partir da construção de experimentos.

Neste contexto, adotou-se como pressuposto teórico as ideias construtivistas de Jean Piaget sobre ensino-aprendizagem, enquanto os procedimentos metodológicos voltaram-se a utilização da experimentação, história da ciência, *simulações virtuais* e *resolução de problemas*. Assim, a escrita deste relatório motiva-se pela necessidade de estimular e desenvolver a prática reflexiva.

II. ASPECTOS METODOLÓGICOS

As atividades de docência foram desenvolvidas com a turma 3B, 3º ano do Técnico em Agropecuária Integrado ao Ensino Médio, do Instituto Federal Catarinense *campus* Concórdia, formada por 29 alunos. O conteúdo programático das aulas envolveu magnetismo e eletromagnetismo.

Durante as explicações orais, a principal ferramenta didática constituiu-se no quadro branco com a projeção dos conceitos, imagens e exemplos no quadro, não se limitando, porém, a este artifício. Fez-se uso, também, de *experimentos demonstrativos*, material concreto, história da ciência, *simulações virtuais*, *resolução de problemas* bem como atividades de pesquisa. Segundo a perspectiva construtivista de Piaget, um bom professor utiliza diversos instrumentos didático-pedagógicos, pois têm consciência crítica de que os alunos não aprendem todos da mesma maneira (GOMES; BELLINI, 2009, p. 9).

Realizou-se também uma oficina didática com a turma, em que se assumiu como objetivo o estudo de algumas aplicações dos conceitos de eletromagnetismo explorados durante as aulas anteriores. Buscou-se, portanto, aprofundar os conhecimentos acerca de campo magnético, ímãs, eletroímãs, polos magnéticos e força magnética. A oficina teve duração de 4 horas/aula, sendo que as atividades foram desenvolvidas com base nas ideias piagetianas para o ensino-aprendizagem. Por sua vez, nos procedimentos metodológicos para abordagem do conteúdo foram combinados experimentos e *resolução de problemas*.

III. DISCUSSÃO TEÓRICA

III.1. RESIDÊNCIA PEDAGÓGICA

Instituído em 28 de fevereiro de 2018, o Programa Residência Pedagógica integra o pacote de medidas governamentais que visam melhorias na formação inicial de professores. O programa surgiu a partir da reformulação do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (FALZETTA, 2017).

A justificativa para criação da Residência Pedagógica remete principalmente a necessidade de garantir aos egressos de cursos de licenciatura, competências e habilidades fundamentais para o desenvolvimento do trabalho docente de qualidade no ensino básico. Neste sentido, assume-se como um dos objetivos a inserção do aluno licenciando no contexto escolar na segunda metade de seu curso (CAPES, 2018).

Busca-se, portanto, preparar o estudante para a futura atuação docente. As experiências vivenciadas na Residência Pedagógica irão contribuir para a construção da identidade, dos saberes e das posturas específicas necessárias ao exercício profissional docente (PIMENTA; LIMA, 2011, p. 61).

Outros objetivos envolvem oportunizar ao licenciando o exercício da relação entre teoria e prática profissional, repensar a modalidade tradicional do estágio supervisionado obrigatório e ampliar o diálogo entre as instituições de ensino superior e as escolas (CAPES, 2018). Modelos de iniciação a docência, semelhantes à Residência Pedagógica, vêm sendo desenvolvidos em outros países, como o *School-Led Training*, na Inglaterra (FALZETTA, 2017).

Neste contexto, as atividades do residente de um curso de licenciatura, divididas em

três etapas, incluem: a visitação aos setores da gestão escolar, a fim de tomar conhecimento sobre os processos políticos e administrativos; o acompanhamento das aulas, para observar o trabalho docente e as interações entre professor e aluno; e o período de intervenções em sala de aula, por meio da docência e da realização de oficinas didáticas.

Além disso, a fim de facilitar o processo de imersão no universo escolar, o estudante que participa da Residência Pedagógica é orientado por professores de sua universidade e também pelo professor da rede de ensino. O programa também garante auxílio financeiro, com bolsa de estudo, no valor de quatrocentos reais (*ibid*).

III.2. TEORIA CONSTRUTIVISTA DE JEAN PIAGET

De modo geral, a teoria piagetiana defende que o desenvolvimento cognitivo humano se dá pelos processos de assimilação e acomodação, que estão intimamente interligados. Ao interagir ou intervir na realidade, um indivíduo constrói esquemas para abordar determinado problema, o que caracteriza a assimilação. Por sua vez, quando não é possível assimilar determinada situação, a mente se adapta, se reorganiza e se modifica, na etapa de equilíbrio, construindo novas assimilações, o que denota o processo de acomodação (MOREIRA, 2011).

É necessária a construção constante de estruturas lógicas. As operações intelectuais tornam-se mais sofisticadas e complexas enquanto o indivíduo interage com a realidade, a fim de entendê-la, e avança no processo de aprendizagem. O último estágio do desenvolvimento cognitivo configura-se na elaboração e apropriação de estruturas do pensamento formal e abstrato (MORAES, 2008).

Além disso, sustenta-se o princípio de que o conhecimento é resultante das contínuas e sucessivas interações entre o sujeito-indivíduo com o objeto-meio. A inteligência origina-se, portanto, da ação e da experiência do sujeito com o objeto, a partir da equilíbrio de estruturas cognitivas já existentes com a ação realizada (FERRACIOLI, 1999).

Piaget também divide o desenvolvimento cognitivo por etapas ou períodos, sendo que é na adolescência que se alcança o estágio das operações formais. Neste caso, é possível superar o conhecimento unicamente empírico, baseado na realidade observável, e desenvolve-se o pensamento hipotético-dedutivo. O sujeito é capaz de construir hipóteses, teorias e reflexões (*ibid*).

Para o ensino, tais ideias de Piaget indicam que o trabalho docente envolve criar situações que possibilitem ao aluno reestruturar seus esquemas mentais. O ato de ensinar deve estimular e provocar o desequilíbrio na mente do estudante para que, ao buscar o reequilíbrio, ele construa novos significados, se reorganize cognitivamente e, conseqüentemente, aprenda (MOREIRA, 2011). A reformulação de conceitos e dos modos de raciocínio é a fonte primária para o desenvolvimento cognitivo (FERRACIOLI, 1999).

Assim, sempre que possível, deve ser dada ao aluno a oportunidade de agir, de realizar atividades práticas, que unidas às demonstrações e argumentações do professor, instigarão a construção do conhecimento. O trabalho prático não tem fim em si mesmo, ele deve estar atrelado às concepções teóricas a fim de produzir conhecimento (MOREIRA, 2011).

Piaget difere as atividades práticas em dois grupos: experiência física e experiência lógica-matemática. Uma experiência física é essencialmente empirista, enquanto na experiência

lógica-matemática as intervenções e ações sobre os objetos representam o ponto de partida para a construção do conhecimento (GOMES; BELLINI, 2009). O objetivo de um experimento deve ser, então, agir sobre o objeto para internalizar suas propriedades (FERRACIOLI, 1999).

Logo, a aprendizagem e a construção do conhecimento ocorrem quando a assimilação da realidade leva à formulação de um novo pensamento ou à modificação de estruturas cognitivas prévias. Conforme Piaget (1982, p.157), o aprendizado é o equilíbrio entre a assimilação da experiência às estruturas dedutivas e a acomodação dessas estruturas aos dados da experiência. Concomitantemente, a aprendizagem será possível quando estruturas simples atuam como subsídio para estruturas complexas.

No contexto das ideias piagetianas, o professor desempenha papel fundamental e, em sala de aula, é sujeito ativo tanto quanto seu aluno. Deixa-se de lado a postura conferencista, de apenas transmitir informações e soluções já prontas, e assume-se o desafio de estimular a pesquisa, o debate, o questionamento e a reflexão, bem como de orientar a tomada de decisão (idem, 1977).

Cabe ao docente elaborar, de forma adequada e consciente, as ações de ensino que reverterão em ações de aprendizagem, a fim que seus alunos possam ultrapassar um nível de menor conhecimento em direção a um nível de maior conhecimento. Orienta-se além da realização de experimentos, a resolução de situações-problemas voltadas ao desequilíbrio nas estruturas mentais dos alunos (RODRIGUES, 2015).

Ainda conforme Piaget, o professor de Física ideal é o profissional que apresenta a disciplina de forma contextualizada, como uma produção histórico-cultural, e que preza pela vinculação dos conceitos à realidade, em detrimento à mera transmissão de informações ou reprodução de exercícios. Tal postura docente contribui para a formação de um aluno crítico, responsável, criativo e que, acima de tudo, aprende (GOMES; BELLINI, 2009).

Por fim, destaca-se que as ideias de Piaget impulsionaram o avanço das metodologias construtivistas, especialmente nas décadas de 1970 e 1980. Os estudos piagetianos sobre os processos da inteligência e do desenvolvimento cognitivo humano, considerando ainda fatores biológicos e psicológicos, desdobraram-se em propostas pedagógicas inovadoras que configuraram-se como alternativas para superar as aulas tradicionais e a aprendizagem propedêutica e fragmentada (RODRIGUES, 2015).

III.3. EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA

De maneira geral, um experimento pode ser concebido com a mesma finalidade, mas apresentar diferentes abordagens na forma como se desenvolve. Ou seja, as atividades a serem realizadas dependerão do enfoque, qualitativo ou quantitativo, bem como do roteiro proposto (SÉRÉ; COELHO; NUNES, 2003), ou ainda das concepções adotadas. Por exemplo, na visão empirista - indutivista as atividades experimentais são desenvolvidas aplicando-se regras do método científico, por sua vez, na perspectiva construtivista os experimentos combinam ação e reflexão, baseando-se nos conhecimentos prévios dos estudantes (ROSITO, 2008).

Independente do processo metodológico escolhido pelo professor é imprescindível que as atividades experimentais sejam associadas às aulas teóricas. Resultados experimentais devem embasar e complementar a teoria, e vice-versa (*ibid*). É desta forma que a ciência

se desenvolve, hipóteses são testadas experimentalmente e, então, confrontam-se os dados coletados com os resultados previstos pela teoria (PARANÁ, 2008).

Ressalta-se assim os cuidados que se deve ter na seleção; na abordagem; e na determinação dos objetivos e dos procedimentos de um experimento. Para a experimentação funcionar, é preciso estabelecer uma relação de coerência entre o mundo dos objetos, o mundo dos conceitos e as diferentes linguagens simbólicas (SÉRÉ; COELHO; NUNES, 2003).

Além disso, os alunos também podem construir seu próprio material experimental, tendo a oportunidade de provocar e adaptar o fenômeno e elevando, conseqüentemente, o nível de aprofundamento dos conhecimentos (SÉRÉ; COELHO; NUNES, 2003). Neste contexto, desperta-se o interesse e uma visão otimista sobre a Física, demonstrando-a como um universo do saber pelo qual se pode viajar, não um mero conjunto de leis e equações.

Entre as dificuldades apontadas na adoção do ensino experimental destaca-se a carência de materiais, a infraestrutura ineficiente e as salas superlotadas (ALISON; LEITE, 2016). Também é um desafio o despreparo dos professores, devido a algumas deficiências nos curso de formação, além do cansaço, motivado pela sobrecarga de horas de trabalho, que torna o ensino tradicional e passivo mais conveniente.

Em suma, quando desenvolvidas de forma adequada, as atividades experimentais se em revertem vivências enriquecedoras para os alunos. A manipulação do concreto facilita a assimilação do abstrato, proporciona o prazer da descoberta, desenvolve a autonomia, inspira a criatividade e o levantamento de hipóteses, e principalmente demonstra que por trás de todo fenômeno existe uma teoria que tenta explicá-lo. Através da utilização da experimentação no ensino da Física invoca-se e apresenta-se aos alunos o verdadeiro sentido do fazer ciência, muitas vezes deixado de lado nas aulas tradicionais que apresentam uma ciência acabada (SÉRÉ; COELHO; NUNES, 2003).

III.4. *história da ciência* NO ENSINO DE FÍSICA

O uso da *história da ciência* em aulas de Física tem se mostrado uma estratégia popular entre professores, a fim de humanizar o conhecimento e aproximá-lo do estudante de Ensino Médio. Estudar o passado das teorias científicas contribui para desmistificar a intangibilidade, a neutralidade e a atemporalidade da Física, visto que é possível problematizar a construção do conhecimento científico, a partir da identificação dos limites de sua validade bem como do contexto cultural, das crenças e dos valores que influenciaram em seu desenvolvimento (FORATO; MARTINS; PIETROCOLA, 2012).

Através de relatos históricos, tornam-se passíveis de serem exploradas as relações e diferenças entre observação e hipóteses, leis e explicações e, sobretudo, resultados experimentais e explicação teórica (*ibid*). Ao mesmo tempo, a *história da ciência* contribui também para a mudança conceitual dos alunos, visto que seu processo de reestruturação cognitiva é semelhante ao desenvolvimento do próprio pensamento científico (QUINTAL; GUERRA, 2009).

Corroborar-se, portanto, com a necessidade de a ciência assumir um papel de formação histórica, cultural e social dos cidadãos (CHICÓRA; CAMARGO; TOPPEL, 2015, p.2).

De modo geral, acredita-se que o estudo da história das ideias científicas permite evidenciar aos estudantes que a real natureza da ciência é mais do que descobertas e seus

descobridores, é um atestado do poder da intelectualidade e do esforço humano. Todo conhecimento é fruto da cultura, do tempo, do espaço e do contexto em que se desenvolve, além de que influencia, dialoga e modifica-se com a sociedade.

III.5. ANIMAÇÕES E *simulações virtuais* NO ENSINO DE FÍSICA

Uma das estratégias didáticas mais populares no ensino de Física, nos últimos anos, envolve a utilização de recursos computacionais. As possibilidades de exploração de tais ferramentas incluem a construção de gráficos e modelagem de dados, com destaque para as animações e *simulações virtuais* (PIRES JÚNIOR, 2014).

O emprego das simulações em sala de aula dependerá dos objetivos de ensino traçados pelo professor. Em aulas expositivas, por exemplo, elas auxiliam na demonstração (ARANTES; MIRANDA; STUDART, 2010). Além disso, na inviabilidade de se reproduzir atividades experimentais, um experimento pode ser simulado no computador (PIRES JÚNIOR, 2014), com a vantagem de ser possível para o estudante investigar a realidade do sistema observando-o diretamente, promovendo mudanças nas suas condições específicas, e observando suas consequências (MIRANDA; VANIN; BECHARA, 2004, p. 5).

Ressalta-se que simulações computacionais não substituem a experimentação. Tais estratégias de ensino podem, inclusive, ser utilizadas em conjunto, coadunadas, buscando-se facilitar a construção de relações entre teoria e experimento (ARANTES; MIRANDA; STUDART, 2010). Assim, mais do que um acessório visual, as simulações assumem papel fundamental na interação entre professor, aluno e objeto de conhecimento, constituindo-se ainda num ambiente de investigação científica (MACÊDO; DICKMAN; ANDRADE, 2012).

Outros benefícios das simulações envolvem seu potencial motivador entre os estudantes, a plurivalência e multifuncionalidade de ambientes virtuais, bem como a atenção primária aos conceitos, em detrimento às fórmulas e cálculos matemáticos. Concomitantemente, não se pode negligenciar as limitações das mesmas, uma vez que, consistem em representações simplificadas de fenômenos reais. Cabe ao professor explicitar tal processo de modelagem, de transição, a fim de evitar distorções ou compreensões equivocadas por parte dos alunos (*ibid*).

IV. RESULTADOS

IV.1. DOCÊNCIA

A *história da ciência* foi empregada, por meio de uma citação de Albert Einstein sobre as bússolas, a fim de apresentar os conceitos iniciais sobre o magnetismo e as propriedades gerais dos ímãs. Aproveitou-se para contextualizar com os alunos a importância da invenção das bússolas para as grandes navegações e citou-se a história da pedra magnetita, para distinguir ímãs naturais e ímãs artificiais.

Explorou-se ainda o funcionamento de uma bússola para caracterizar os polos magnéticos de um ímã, visto que a orientação norte-sul da agulha magnética permite identificar seu polo sul e seu polo norte. Por sua vez, com uma pequena charge, foi abordado o conceito da inseparabilidade dos polos magnéticos.

Relatos históricos voltaram a ser utilizados na abordagem dos conceitos relacionados a campo magnético e corrente elétrica. Compartilhou-se com os alunos a história e relevância do experimento de Oersted, como marco inicial dos estudos sobre eletromagnetismo em 1820, uma vez que no período anterior a esta data, os físicos abordavam eletricidade e magnetismo como áreas distintas. De fato, as descobertas de Oersted comprovaram que uma corrente elétrica através de um fio condutor é capaz de produzir campo magnético (BISCUOLA; BÔAS; DOCA, 2016).

Concomitantemente, a explicação sobre o fenômeno de indução eletromagnética também envolveu o uso de informações históricas. Motivados pelas descobertas de Oersted, sobre a eletricidade produzir magnetismo, físicos buscaram confirmar a relação contrária. Tal comprovação surgiu em 1831, quando Faraday observou experimentalmente a geração de uma corrente elétrica induzida a partir do movimento constante de um ímã em relação a um condutor (*ibid*).

A utilização da abordagem histórica como ponto de partida no ensino de conceitos físicos contribui para a formação de um aluno mais crítico, ciente das contradições e evoluções das ideias científicas. Ao mesmo tempo, viabilizou-se a percepção das relações e simetrias existentes entre diferentes tópicos e conteúdos (CHICÓRA; CAMARGO; TOPPEL, 2015), em que um aluno comparou a relação de causa e efeito entre eletricidade e magnetismo ao que define a 3ª lei de Newton.

Materiais concretos também foram utilizados como instrumento didático durante as aulas. Destaca-se o emprego de ímãs em barra e limalhas de ferro para demonstrar as linhas de campo magnético, que tiveram como objetivo corroborar com as explicações orais sobre o vetor de indução magnética. O uso de *Materiais concretos* em sala de aula é defendido por amplificar a interiorização de conceitos, além do melhor entendimento e visualização de ideias abstratas (SANTI; SANTOS; WEBLER, 2018). Ao mesmo tempo, confirmou-se o caráter atrativo de tais materiais, visto que os alunos demonstraram postura curiosa frente à atividade.

No momento em que se explorou a origem do campo magnético, sentiu-se a necessidade de retomar conceitos de Química, relacionados ao número de elétrons na última camada de um átomo, e caracterizou-se os materiais ferromagnéticos com o apoio da tabela de distribuição eletrônica de Linus Pauling. Esta decisão foi motivada pela intenção de abordar, da melhor forma possível, conceitos abstratos como o *spin* do elétron.

A relação entre Física e Química foi positiva para os alunos, como se pode observar durante a *resolução de problemas* propostos, em que se lembraram da orientação do *spin* em pares nos orbitais. Neste sentido, a associação de novas ideias a partir de informações já conhecidas, contribuiu para a internalização de conceitos de forma não arbitrária (VASCONCELOS; LEÃO, 2017).

O desenvolvimento das aulas incluiu também a demonstração de alguns fenômenos a partir de *simulações virtuais* da plataforma *Physics Education Technology (PhET)*. Merecem destaque as simulações exibidas no tratamento de conteúdos referentes aos polos magnéticos; às linhas de indução do campo magnético; ao campo magnético terrestre; ao eletroímã; à indução eletromagnética; às espiras e solenoides.

De modo geral, em aulas expositivas as simulações ou animações podem se caracterizar como demonstração, visto que permitem visualizar conceitos abstratos, como fótons, elétrons

e até mesmo linhas de campo magnético (ARANTES; MIRANDA; STUDART, 2010). Buscou-se ainda alinhar a apresentação das simulações com as explicações, para que os alunos fossem capazes de relacionar tanto a realidade quanto o modelo teórico com o ambiente virtual (PIRES JÚNIOR, 2012). Neste sentido, explorou-se as aplicações do fenômeno da indução magnética por meio de uma simulação do *PhET* sobre o funcionamento dos geradores elétricos.

Assim como as *simulações virtuais*, recorreu-se também a *experimentos demonstrativos* para subsidiar as explicações teóricas. Moedas de níquel e ímãs em barra foram utilizados para indicar a capacidade de magnetização dos materiais ferromagnéticos, enquanto um eletroímã de prego permitiu verificar os efeitos magnéticos da corrente elétrica. O uso dos *experimentos demonstrativos* pareceu despertar o interesse e atenção dos alunos, que interviram nas explicações com perguntas sobre os aparatos experimentais. Uma das dúvidas levantadas envolveu o papel do prego como núcleo do eletroímã e possibilitou a retomada de conceitos vistos na aula sobre magnetismo.

Ressalta-se, portanto, que a inserção dos *experimentos demonstrativos* nas aulas expositivas é uma alternativa metodológica que contribui no aprofundamento dos debates sobre um fenômeno físico e sua explicação teórico-conceitual (OLIVEIRA, 2010). Para explorar o campo magnético terrestre construiu-se um experimento com bola de isopor, ímãs e limalha de ferro (Figura 1). Foi possível visualizar, consciente das limitações do aparato experimental, a magnetosfera terrestre, as linhas de campo magnético bem como reforçar que o campo magnético apresenta maior intensidade nos polos geográficos.



Figura 1: Experimentos demonstrativos sobre indução eletromagnética e campo magnético terrestre.
Fonte: Autores (2019)

Ainda foram reproduzidos os experimentos de Oersted e de Faraday para comprovar tanto a produção de campo magnético por um fio condutor de corrente elétrica, quanto o surgimento de uma corrente elétrica induzida resultante do movimento contínuo de um ímã no interior de um condutor. Em tais atividades aproveitou-se para reforçar o contexto histórico das experiências, visto que a união da *história da ciência* com experimentos apresenta-se como estratégia a ser explorada por professores que desejam um ensino de

física que não se restrin-ja à *resolução de problemas* matemáticos totalmente desvinculados da realidade dos alunos (QUINTAL, GUERRA, 2009, p.25).

A fim de fortalecer a assimilação e melhor compreensão dos conteúdos tratados, adotou-se a *resolução de problemas*, desenvolvida nos momentos finais de cada aula. Os problemas envolviam questões conceituais, descritivas ou de múltipla escolha, bem como questões voltadas ao tratamento matemático de fenômenos físicos como, por exemplo, os cálculos do módulo da força magnética sobre uma carga em movimento, da intensidade do campo magnético em um solenoide ou em uma espira, além da intensidade de fluxo magnético.

De modo geral, a *resolução de problemas* é fundamental para a aprendizagem, visto que é um convite à reflexão, à tomada de decisões e ao desenvolvimento do raciocínio. Representam também uma ponte entre teoria e prática e um instrumento de contextualização dos conteúdos escolares, ao passo que rompem com o caráter abstracionista e estimulam a criatividade (CLEMENT; TERRAZZAN; NASCIMENTO, 2003). A maioria dos alunos se demonstrou empenhada na resolução destas atividades, visto que debatiam entre si às possibilidades de respostas das questões conceituais e buscavam auxiliar um aos outros nos problemas que exigiam a manipulação de equações matemáticas.

Salienta-se que todos os problemas e atividades foram corrigidos na aula posterior à sua aplicação, a fim de retomar o conteúdo e esclarecer eventuais dúvidas. Momentos como este caracterizaram-se como recuperação paralela, com a oportunidade de rever os erros dos alunos e permitiram identificar dificuldades e equívocos (SANTOMAURO, 2010). Os estudantes participaram das correções com breves comentários e sanaram dúvidas, referentes especialmente aos modelos matemáticos ligados à intensidade do campo magnético e à força magnética.

Com o propósito de contextualizar os conceitos abordados durante as aulas, foi desenvolvida uma *atividade de pesquisa* sobre temas relacionados ao eletromagnetismo. Os temas pesquisados incluíram o funcionamento do trem de levitação magnética, a influência do campo magnético no movimento migratório dos animais, a formação das auroras polares, o funcionamento de um disco e de um alto-falante, o exame de ressonância magnética e a história da bússola.

A concepção construtivista valoriza a inserção de atividades de pesquisa no processo de ensino, pois estimula a investigação, a argumentação além da construção do saber (GOMES; GHEDIN, 2011). Os alunos foram divididos em grupos e, com as informações obtidas por meio da pesquisa bibliográfica, organizaram um seminário de apresentação, adotado como atividade avaliativa, juntamente a um breve resumo escrito sobre o assunto. O desempenho dos alunos em tal avaliação foi considerado satisfatório.

De modo geral, durante as aulas, a maioria dos alunos se portou de forma respeitosa. Porém, em algumas atividades, que envolviam exploração teórica de forma expositiva de conceitos, foi necessária a intervenção da residente a fim de evitar dispersão e retomar atenção. Também foi possível perceber a relutância de alguns alunos quanto a esclarecer dúvidas. Por sua vez, os estudantes se mostraram mais participativos na exibição das *simulações virtuais* e dos *experimentos demonstrativos*. Entre as principais dificuldades notadas pode-se destacar algumas fragilidades dos alunos com relação à matemática básica, acerca de potências de base 10, funções trigonométricas e geometria espacial.

IV.2. OFICINA

No primeiro momento da oficina os alunos foram divididos em sete grupos e, a partir das orientações de um roteiro, construíram três experimentos diferentes: a bússola das tangentes, o motor elétrico e o guindaste de eletroímã. Tal escolha metodológica é justificada pelo fato de que quando o estudante se envolve na construção, ele passa a agir, refletir e interpretar o experimento, sabendo que o agir e o refletir nunca podem ser destituídos ou desassociados, pois se complementam para fornecer aprendizagem com significado (VASCONCELOS; LEÃO, 2017).

Cada roteiro experimental contava ainda com um breve questionário, realizado após o término do experimento. As perguntas foram elaboradas com o objetivo de instigar os alunos a relacionarem os dados experimentais com os conceitos de eletromagnetismo estudados durante o período de docência.

A bússola das tangentes foi construída por dois dos sete grupos (Figura 2). Verificou-se assim, por meio deste experimento, que um fio percorrido por corrente elétrica é capaz de produzir campo magnético e provocar a deflexão da agulha magnética da bússola. Tal deflexão, medida pelos estudantes com o auxílio de um transferidor, correspondeu a um ângulo de trinta e cinco graus (35°) na direção leste.

Além disso, uma das questões do roteiro indagava quais as alterações necessárias ao experimento para que a deflexão da agulha da bússola fosse maior. Os alunos foram instigados a refletir sobre a equação que determina a intensidade do campo magnético em um solenoide e responderam que a melhor opção seria aumentar o número de voltas de fio de cobre. Reforçou-se, portanto, que módulo do campo magnético no interior de um solenoide é diretamente proporcional ao número de espiras do mesmo.



Figura 2: *Experimento da bússola das tangentes construído na oficina.*
fonte: Autores (2019)

Outros dois grupos construíram o guindaste de eletroímã (Figura 3). O experimento permitiu reforçar os conceitos relacionados ao efeito magnético da corrente elétrica bem como o campo magnético de um solenoide. Em uma das questões do roteiro os alunos precisaram justificar a escolha do prego como núcleo do eletroímã, o que representou uma

oportunidade de relembrar as propriedades dos materiais ferromagnéticos e do processo de magnetização. Outra questão envolveu a eficiência do eletroímã para atrair materiais, em que os alunos compararam a diferença de atração magnética exercida por um ímã permanente e um eletroímã.



Figura 3: Experimento do guindaste eletromagnético construído na oficina.
fonte: Autores (2019)

Três grupos foram responsáveis pela construção do motor elétrico simples (Figura 4). Ressalta-se que durante o procedimento experimental foi necessária atenção especial à raspagem do esmalte isolante do fio de cobre, a fim de viabilizar o contato elétrico entre o fio e bateria. Por sua vez, as questões do roteiro relacionaram-se as causas do movimento de giro contínuo da bobina de cobre.

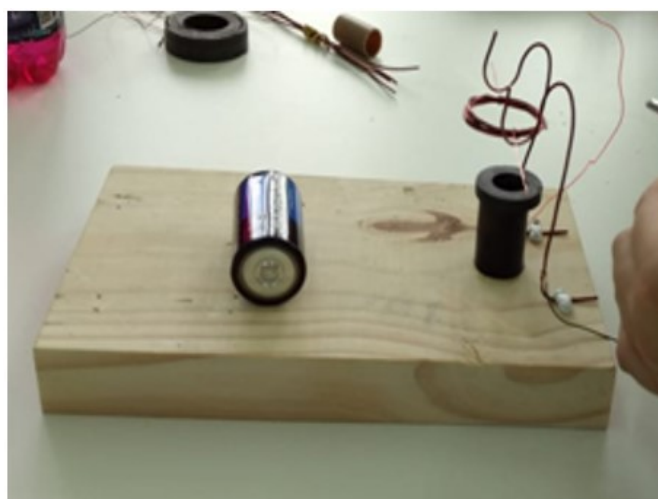


Figura 4: Experimento do motor elétrico construído na oficina.
fonte: Autores (2019)

De modo geral, os alunos se mostraram comprometidos e interessados na realização das atividades, reagindo com entusiasmo diante da montagem bem sucedida dos experimentos,

que funcionaram de maneira adequada. Reitera-se, portanto, o caráter atrativo da prática experimental, entre outras vantagens como prender atenção dos estudantes e gerar estímulo à aprendizagem (GRASSELLI; GARDELLI, 2014).

O segundo momento da oficina envolveu o debate sobre as questões do roteiro experimental com os estudantes. Os experimentos construídos foram explorados, um a um, com discussão das repostas concedidas pelos alunos, com a preocupação de fortalecer assimilação de alguns conceitos abordados em aula. Neste contexto, a bússola das tangentes foi relacionada ao experimento de Oersted e ao experimento de Pouillet, que permite calcular a intensidade do campo magnético terrestre em determinado ponto.

As explicações sobre o funcionamento do motor elétrico e do guindaste eletromagnético viabilizaram a retomada dos estudos sobre a atração e repulsão entre ímãs, força magnética, ação magnética sobre um fio condutor, além do princípio fundamental do eletromagnetismo e origem do campo magnético. A intenção destas reflexões foi evidenciar ao aluno que para desvendar um fenômeno físico é necessário usar a teoria (SÉRÉ; COELHO; NUNES, 2003).

Destaca-se, assim, que as atividades práticas não tiveram fim em si mesmas, pelo contrário, estiveram a serviço da assimilação de conhecimentos conceituais. Os alunos foram instigados a refletir e debater, com olhar crítico, os resultados experimentais (*ibid*). Corrobora-se ainda com as ideias de Piaget de que deve ser concedida ao aluno a oportunidade de agir, mas somente a ação em si não é capaz de produzir conhecimento (MOREIRA, 2011).

Ao mesmo tempo, as questões do roteiro voltadas aos princípios e aos conceitos físicos relacionados com os experimentos, e não apenas à tradicional coleta de dados e organização de tabelas, representaram uma alternativa para superar as atividades experimentais exclusivamente verificatórias (PARANÁ, 2008).

No terceiro momento da oficina, os estudantes resolveram problemas sobre eletromagnetismo, pertinentes ao Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e a outros vestibulares de universidades brasileiras, visto que tais questões privilegiam a contextualização. Esta atividade representou ainda um instrumento de revisão e recuperação paralela dos conteúdos. Por fim, destaca-se que o planejamento da oficina bem como os planos de aula foram desenvolvidos no prazo previsto.

V. CONSIDERAÇÕES

Com a realização das atividades da Residência Pedagógica, foi possível vivenciar o cotidiano escolar e experimentar, os infortúnios e os prazeres que envolvem a profissão docente. Foi também uma oportunidade única de aprendizado, de reflexão, de estímulo e alimentou a convicção sobre a escolha profissional a ser seguida.

O contato com a unidade educacional, a fim de conhecer sua história, sua dimensão física e material, além de seus ideais pedagógicos, possibilitou vislumbrar as diversas conjecturas que influenciam, direta ou indiretamente, no desenvolvimento do ensino. Concomitantemente, a leitura do plano de ensino e do livro didático ampliou ainda mais a familiarização com o trabalho docente e fomentou novas reflexões sobre a importância do planejamento.

A proximidade com o ambiente escolar, de forma mais intensa no período de docência, também foi de suma importância. No desenvolvimento das aulas buscou-se alinhar a prática docente aos pressupostos teóricos construtivistas de Jean Piaget. Neste contexto, a variedade

de procedimentos metodológicos adotados na explicação dos conteúdos, como *experimentos demonstrativos*, *simulações virtuais*, *história da ciência* e *resolução de problemas*, representou um desafio à residente, estimulando a criatividade, a pesquisa e o senso crítico.

Concomitantemente, a partir da docência foi possível identificar algumas fragilidades na postura da residente, entre elas a pouca contextualização dos conceitos físicos estudados com fenômenos ligados à agropecuária, a limitada exploração dos aspectos geométricos envolvidos nas situações-problemas, bem como a fala apressada em alguns momentos. Neste sentido, as atividades do Programa Residência Pedagógica se fazem relevantes ao permitir os primeiros erros e incentivar a prática reflexiva.

Quanto à oficina didática, destaca-se como bem sucedida a construção dos experimentos, que aliada ao debate das questões do roteiro experimental, facilitou o estudo dos conceitos relacionados às aplicações do eletromagnetismo. Ao mesmo tempo, a *resolução de problemas* contribuiu para reforçar a assimilação dos conhecimentos referentes a campo magnético, ímãs, eletroímãs e força magnética.

Por fim, considera-se que a imersão no futuro ambiente de trabalho, proporcionada pelas experiências da Residência Pedagógica, foi de grande valia no aprendizado da carreira. Momentos como este permitem a emancipação e a transição da vida estudantil para profissional, processo que se pode comparar a uma metamorfose, de lagarta a borboleta.

REFERÊNCIAS

ARANTES, A. R.; MIRANDA, M. S.; SUDART, N. Objetos de aprendizagem no ensino de física: usando simulações do PhET. *Física na Escola*. v. 11, n.1, p. 27-31, 2010. Disponível em: <<http://www1.fisica.org.br/fne/phocadownload/Vol11-Num1/a081.pdf>>. Acesso em: 26 out. 2019.

BISCUOLA, G. J.; BÔAS, N. V.; DOCA, R. H. *Física 3: eletricidade e física moderna*. 3. ed. São Paulo, 2016.

CAPES. *Programa de Residência Pedagógica*. 2018. Disponível em: <<https://www.capes.gov.br/pt/educacao-basica/programa-residencia-pedagogica>>. Acesso em: 21 out. 2019.

CHICÓRA, T.; CAMARGO, S.; TOPPEL, A. História e filosofia da ciência no ensino de física moderna. In: *XII Congresso Nacional de Educação*. Curitiba, 2015. Disponível em: <https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/22481_9958.pdf>. Acesso em: 05 nov. 2019.

CLEMENT, L.; TERRAZZAN, E. A.; NASCIMENTO, T. B. *resolução de problemas* no ensino de física baseado numa abordagem investigativa. In: *IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Bauru, 2003. Disponível em: <<http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/ivenpec/Arquivos/Orais/ORAL159.pdf>>. Acesso em: 07 nov. 2019.

FALZETTA, R. *Residência pedagógica: o que é isso*. 2017. Disponível em: <<https://blogs.oglobo.globo.com/todos-pela-educacao/post/residencia-pedagogica-o-que-e-isso.html>>. Acesso em 20 out. 2019.

FERRACIOLI, L. Aspectos da construção do conhecimento e da aprendizagem na obra de Piaget. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*. Florianópolis, v.16, n.2, p. 180-194, abr. ago. 1999. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6808/6292>> Acesso em: 22 out. 2019.

FORATO, T. C. M.; MARTINS, R. A.; PIETROCOLA, M.. *Enfrentando obstáculos na transposição didática da história da ciência para a sala de aula*. In: PEDUZZI, L. O. Q.; MARTINS, A. F. P.; FERREIRA, J. M. H. Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino. Natal: Edufrn, 2012. Disponível em: <<http://ppgect.ufsc.br/files/2012/11/Temas-de-Historia-e-Filosofia-da-Ciencia-no-E ensino.pdf>>. Acesso em: 05 nov. 2019.

GOMES, R. C. S.; GHEDIN, E. O desenvolvimento cognitivo na visão de Jean Piaget e suas implicações a educação científica. In: *VIII Encontro Nacional de Pesquisa*. Campinas, 2011. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R1092-2.pdf>>. Acesso em: 19 nov. 2019.

GOMES, L. C.; BELLINI, L. M. Uma revisão sobre aspectos fundamentais da teoria de Piaget: possíveis implicações para o ensino de física. *Revista Brasileira de Ensino*.

MIRANDA, R. M. VANIN, V. R. BECHARA, M. J. Uso de simulações em disciplinas básicas de Mecânica em um curso de Licenciatura em Física. In: *IX Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*. Belo Horizonte, 2004. Disponível em: <http://www.cienciamao.usp.br/dados/epef/_usodesimulacoesemdiscipl.trabalho.pdf>. Acesso em: 26 out. 2019.

MORAES, R. É possível ser construtivista no ensino de ciências. In: MORAES, R (Org.). *Construtivismo e ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas*. 3. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2008.

MOREIRA, M. A. *Teorias de aprendizagem*. 2. ed. ampl. São Paulo: EPU, 2011.

OLIVEIRA, J. R. S. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. *Acta Scientiae*. Canoas, v. 12, n.1, p.139-153, jan./jun. 2010. Disponível em: <<http://w3.ufsm.br/laequi/wpcontent/uploads/2015/03/contri%C3%A7%C3%B5es-e-abordagens-de-atividades-experimentais.pdf>>. Acesso em: 19 nov. 2019.

PARANÁ. *Diretrizes Curriculares da Educação Básica: Física*. Curitiba: Secretaria de Educação do Estado do Paraná, 2008. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/284293/mod_resource/content/1/Diretrizes%20Curriculares%20da%20Edu%20Basica%20-%20Fisica.pdf>. Acesso em: 24 out. 2019.

PIAGET, J. *Psicologia e Pedagogia*. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1982.

PIMENTA, S. G.; LIMA, M. S. L. *Estágio e docência*. 6. ed. São Paulo: Cortez, 2011;

PIRES JÚNIOR, E. O. *A utilização de simulações virtuais no processo de ensino-aprendizagem de Física*. João Pessoa: UEPB, 2014. Disponível em: <<http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/5406/1/PDF%20-%20Ec%C3%ADlio%20Oliveira%20Pires%20J%C3%BAnior.pdf>>. Acesso em: 23 out. 2019.

QUINTAL, J. R.; GUERRA, A. *A história da ciência no processo ensino-aprendizagem*. Física na Escola, v. 10, n.1, p. 21-25, 2009. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol10/Num1/a04>>. Acesso em: 19 nov. 2019.

RODRIGUES, M. A. T. *Metodologia construtivista no ensino de física para discentes do curso de pedagogia*. (Dissertação de Mestrado). Rio Grande: FURG, 2015. Disponível em: http://www1.fisica.org.br/mnpef/sites/default/files/dissertacao_marco.pdf >. Acesso em 27 out. 2019.

ROSITO, B. A. *O ensino de ciência e a experimentação*. In: MORAES, R. (Org.). *Construtivismo e ensino de ciência: reflexões epistemológicas e metodológicas*. 3. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2008.

SANTI, C. B.; SANTOS, R. M.; WEBLER, G. *Material concreto na compreensão dos conceitos matemáticos*. 2011. <>. Acesso em: 18 nov. 2019.

SANTOMAURO, B. Como corrigir os erros dos alunos com o objetivo de ajudá-los a avançar. 2010. Disponível em: <<https://novaescola.org.br/conteudo/1479/como-corrigir-os-erros-dos-alunos-com-o-objetivo-de-ajuda-los-a-avancar>>. Acesso em: 18 nov. 2019.

SÉRÉ, M. G.; COELHO, S. M.; NUNES, A. D. O papel da experimentação no ensino da Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*. Porto Alegre, v.20, n.1, p. 30-42, abr. 2003. Disponível em: <http://www.paulorosa.docente.ufms.br/Pratica_III/Sere_Coelho_Nunes_O_papel_experimentacao.pdf>. Acesso em: 22 out. 2019.

VASCONCELOS, C. O. L.; LEÃO, M. F. Uso de experimentos com material concreto e simulações *PhET* no estudo de cinemática na Educação de Jovens e Adultos. <*Revista Tecnologias na Educação*>, v. 23, dez. 2017. Disponível em: <<http://tecedu.pro.br/wp-content/uploads/2017/12/Art9-vol.23-Dezembro-2017.pdf>>. Acesso em: 18 nov. 2019.



CONSTRUÇÃO DE UM CIRCUITO DE LED'S COM ARDUINO COMO ESTRATÉGIA PARA PROMOVER MOTIVAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA

Construction of a led's circuit with arduino as a strategy to promote motivation in physics education

FÁBIO LOMBARDO EVANGELISTA¹

¹Instituto Federal Catarinense - Campus Concórdia.

Resumo

A inserção tecnológica no processo de aprendizagem promove inúmeras possibilidades de inovação educacional, porém, torna-se mandatário a correta escolha do estímulo tecnológico dentro de um contexto educacional que direcione ao ensino de uma matéria específica, de forma a conduzir a um aprendizado específico. Apresenta-se uma proposta de projeto de ensino de Física que utiliza-se da experimentação tecnológica para ensinar aos alunos conceitos de cinemática, levando em consideração que o aluno é o sujeito ativo em sala e cinco níveis de interação a serem estudados: aluno-aluno, aluno-tecnologia, aluno-ambiente, aluno-saber científico e aluno-professor.

Palavras-chave: Inovação educacional. Ensino de Física. Arduino.

Abstract

The technological insertion in the learning process promotes innumerable possibilities of educational innovation, however, it is mandatory to choose the right technological stimulus within an educational context that directs the teaching of a specific subject, in order to lead to a specific learning. A proposal for a Physics teaching project is presented that uses technological experimentation to teach students concepts of kinematics, taking into account that the student is the active subject in the classroom and five levels of interaction to be studied: student-student, student-technology, student-environment, student-scientific knowledge and student-teacher.

Keywords: Educational innovation. Physics teaching. Arduino.

I. INTRODUÇÃO

Este trabalho foi aplicado a turma de 1o ano do Técnico em Alimentos integrado ao ensino médio do Instituto Federal Catarinense, *Campus* Concórdia, na tentativa de oferecer algo além da metodologia tradicional de ensino, focada unicamente na abstração matemática, em que o aluno tem a função exclusiva de observador, seguido da resolução exacerbada de exercícios subjetivos e impalpáveis.

Acredita-se na importância da aula teórica e resolução de exercícios, não é isso que se critica aqui. A questão é saber qual o nível de qualidade no ensino de Física oferecida aos estudantes que são unicamente submetidos a isso. Sabendo que a Física tem sua origem pautada em práticas e comprovações experimentais.

Preocupados em reparar, ainda que parcialmente, a falta de práticas experimentais e tecnológicas no ensino de Cinemática, propõem-se a construção e estudo de uma sequência de LED's controlados por Arduino.

Este trabalho traz dois objetivos principais. O primeiro é relatar uma proposta didática de cinemática com uma metodologia mista, a tradicional dialogada e o Scale-up (student-centered activities for large enrollment undergraduate programs), aplicada a alunos ingressantes no ensino técnico integrado ao médio. O segundo é fomentar um espaço pedagógico que promova os cinco níveis de interação: aluno-aluno, aluno-tecnologia, aluno-ambiente, aluno-saber científico e aluno-professor (Evangelista et al., 2019).

O Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica de hardware e software de código mundialmente aberto. Criado por volta de 2005 na Itália pelo professor Massimo Banzi do *Interaction Design Institute Ivrea*. Hoje está popularmente consolidado, principalmente entre os engenheiros e técnicos em eletrônica (Site Oficial Arduino, 2020). Por possuir código aberto, o Arduino beneficia-se de constantes contribuições de pessoas que refinam seu código e oferecem exemplos, tutoriais, fóruns e grupos em todo o mundo. Desse modo, as novidades introduzidas ampliam cada vez mais suas possibilidades de aplicação (Site Oficial Arduino, 2020). Na literatura encontram-se disponíveis inúmeras propostas didáticas focadas nesta tecnologia para o ensino de Física (Cavalcante, Tavolaro Molisani, 2011; Carvalho Amorim, 2014; Cordova Tort, 2016; Moreira et al., 2018; Cid Correa, 2019) no entanto, nada relacionando LED's ao ensino da Cinemática.

O presente artigo encontra-se organizado em quatro seções: na segunda seção, de forma breve, fala-se dos conceitos explorados na Cinemática, na terceira seção é descrita de forma detalhada a atividade experimental construída e, por fim, a quarta seção com as conclusões.

II. O PORQUÊ DA CINEMÁTICA

Ao observar os últimos livros didáticos escolhidos para ensino médio do IFC (Concórdia) (Martini et al., 2013; Doca, Biscuola Boas, 2016) percebe-se que os estudos dos movimentos apresentam-se na seguinte ordem: Posição, distância percorrida, deslocamento escalar, velocidade constante, função horária do MRU, aceleração, função horária do MRUV, gráficos distância, velocidade e aceleração em função do tempo. Esses assuntos, quando desenvolvidos unicamente de modo abstrato e matemático tornam-se os responsáveis pelo desgosto e desinteresse discente pela Física. Como possível solução, alguns colegas defendem a ideia

de suprimir o estudo da cinemática dos planos de ensino.

Neste trabalho acredita-se que a cinemática, os gráficos de posição, velocidade e aceleração em função do tempo oportunizam aos alunos condições que facilitem a interpretação, utilização e compreensão de dados e valores numéricos expressos em diferentes óticas. Entender as variadas representações de fenômenos físicos auxilia não apenas na aprendizagem da cinemática, mas também na aprendizagem futura de outros conteúdos (Araujo, Veit Moreira, 2004).

A confecção de atividades experimentais destinadas ao ensino de movimentos retilíneos uniformes e uniformemente variados ilustram tanto conceitos básicos da Física Mecânica quanto da Matemática básica. Para ressaltar a importância desses assuntos, basta verificar a vida entorno às pessoas, permeada por funções, gráficos e tabelas. Ao assistir algum documentário ou reportagem é comum a presença destes elementos. Conquanto, no decorrer do ensino médio é costumeiro encontrar a ausência de conexões entre esses modelos e a prática.

III. METODOLOGIA

Este artigo propõe uma atividade experimental utilizando LED's e plataforma Arduino para o estudo da cinemática, mais especificamente, o movimento com velocidade constante, um tema desafiador e pertinente ao ensino de Física no ensino de nível médio. Contudo, cabe ressaltar que a ideia básica não é transferir todos os afazeres discentes à tecnologia. Sendo assim, o experimento proposto não apresenta ferramentas como: vídeo-análise (Tracker), aplicativos de *Smartphone* (*Phyphox*) e utilização do Arduino com sensores de passagem (*Photogates*) ou sensor ultrassônico. Acredita-se que tal aparato além de tornar o experimento mais caro, acrescentaria uma complexidade que inviabilizaria sua extensão às escolas públicas que desejem replicá-la.

Nesse contexto, defende-se ainda que, nas fases iniciais do estudo de cinemática para o nível médio de educação, a complexidade experimental é inversamente proporcional ao aprendizado, visto que os alunos não se atrevem a arriscar, criar, sugerir, montar e desmontar os artefatos tecnológicos com receio de danificá-los, seguindo piamente o roteiro proposto.

Desta forma, optou-se em vez de se medir o movimento de um objeto com ferramentas tecnológicas, gerando de forma computacional os gráficos do movimento observado, medi-los de forma manual pelos alunos. Por se tratar de uma proposta para sala de aula, a mesma se torna factível na realidade escolar brasileira.

Seguindo essa ideia, almeja-se que num primeiro momento, o aluno se aproprie da linguagem gráfica e saiba construir tabelas de maneira manual, partindo de esboços que não necessitem de papéis milimetrados. Dessa maneira, tendo ele entendido a relação existente entre estes dois constructos matemáticos, passe a modelar matematicamente a respectiva teoria, e assim, avançar para outro nível, utilizando o papel milimetrado ou software para construção e análise dos gráficos. Sendo assim, num segundo momento, nada impede que as escolas que tenham condições financeiras para tal, se utilizem de todo aparato didático tecnológico existente para dar seguimento aos estudos.

A Scale-up (*Student Centered Activities for Large Enrollment Undergraduate Programs*, nestas

palavras, atividades centradas no estudante para programas de graduação com turmas grandes), é uma metodologia conhecida como ambiente de aprendizagem ativo centrado no aluno. Desenvolvida por Robert Beicher na Universidade Estadual da Carolina do Norte, em resumo, trata-se de um conjunto de práticas tornando o aluno ativo no processo de ensino-aprendizagem.

Neste caso, o estudante não tem a primeira exposição ao conteúdo na sala de aula. Esta proposta traz a prerrogativa de que os alunos se preparem antes de ir para a aula por meio de leituras orientadas. Cabe ao professor discutir o que foi previamente lido e evidenciar os pontos principais, promovendo debates e enriquecendo os diálogos (Beichner et al., 2007), gerando um ambiente que incentive o compartilhamento dos conhecimentos discentes, questionando e ensinando uns aos outros (Beichner et al., 2007).

A tecnologia vem em auxílio ao estudante que, estando imerso em um ambiente interativo, é chamado a observar os fenômenos estudados, coletar dados e analisar a modelagem matemática deles, usando os laboratórios tecnológicos (alunoambiente, alunosaber científico). Como ressalta Henriques (Henriques, Prado, Vieira, 2014), o Scale-up se difere pelo uso da tecnologia (alunotecnologia), as aulas contam com atividades projetadas a fim de favorecer as observações dos fenômenos estudados, potencializando o ato de refletir e discutir os saberes com seus pares e com o professor.

As novas tecnologias vêm novamente em auxílio a essas experiências, quando os alunos são motivados a usar seus computadores e mesas especiais, em formato hexagonal, que auxiliam na cooperação discente por meio da formação de grupos de estudo (alunoambiente). No caso deste trabalho, na ausência das mesas especiais, os alunos foram organizados nas 3 bancadas disponíveis no Laboratório de Física do IFC (Fig. 01). As mesas em formato retangular auxiliaram nas relações de troca de conhecimento entre os discentes (alunoaluno).

III.1. Atividades Realizadas

A presente atividade teve origem após o professor ministrar o assunto Movimento Retilíneo Uniforme na sala de aula. As aulas decorreram sem fazer demonstrações práticas, seguindo um plano de aula que fazia o uso de imagens, equações, gráficos, tabelas, diálogos professor-aluno, livro-texto e resolução de exercícios. Após o período de 3 semanas, com duas aulas sequenciais de 45 min semanais, foi aplicado um teste com o intuito único de verificar o aprendizado discente. Para frustração do professor, os alunos pouco ou nada aprenderam. De uma turma com 30 alunos apenas 3 conseguiram obter um bom resultado na atividade. Somado a isso, percebeu-se o baixo interesse pelo assunto estudado ao verificar as constantes e incessantes conversas paralelas as explicações e exemplos resolvidos na lousa.

A realidade apresentada mostrou que os alunos tinham conhecimento superficial a respeito da cinemática e da construção de gráfico e tabelas, sendo que alguns chegaram a afirmar que não possuíam conhecimento algum a respeito dos assuntos mencionados. Essa sondagem inicial teve papel importante na preparação para a parte prática, pois permitiu uma visão geral do nível de conhecimento dos alunos envolvidos a respeito da temática da atividade.

Diante deste cenário, decidiu-se arriscar algo diferente. Ir ao laboratório de Física do IFC,

usar o Arduino e basear-se em uma metodologia mista (tradicional dialogada com Scale-up). Solicitou-se aos alunos que durante a semana que precedia o próximo encontro realizassem a leitura das páginas iniciais do referido assunto no livro-texto da escola. A partir dessa leitura prévia pretendia-se iniciar as atividades planejadas.

Foram realizadas duas aulas em sequência de 45 minutos cada. O Laboratório de Física possui 3 grandes bancadas dispostas paralelamente no ambiente (Fig 01). Os encontros foram estruturados de modo a seguirem três critérios. O primeiro foi iniciar a aula de forma conceitual, para evidenciar os principais pontos da leitura orientada, o segundo foi apresentá-los às novas tecnologias utilizadas durante as aulas, e o terceiro foi motivá-los a resolver um desafio tecnológico em grupo, com o mínimo de auxílio docente. Durante as aulas, o kit experimental era composto por:

- 01 Arduino Uno R3;
- 01 Protoboard 170 pontos;
- LED's difuso 5 mm (7 vermelhos, 1 amarelo);
- 01 Resistor de 220 ohms;
- Jumpers Macho/Macho (9 de 05 cm, 5 de 10 cm, 4 de 20 cm).

No laboratório haviam um notebook, um Raspberry Pi, um computador desktop e um projetor multimídia para auxiliar na visualização e alteração das variáveis do código fonte do Arduino (Apêndice). Com relação ao processo de construção do circuito de LED's, foram disponibilizados 3 kits experimentais, um por bancada. Os estudantes foram organizados em 6 grupos com 5 alunos cada, de maneira a favorecer as cinco relações: aluno-tecnologia, aluno-professor, aluno-aluno, aluno-ambiente e aluno-saber científico (Evangelista et al., 2019). Cada bancada era utilizada por dois grupos, que revezavam o uso do kit experimental.



Figura 1: Laboratório de Física para práticas de ensino.
Fonte: Autores.

Ao iniciar a aula, percebeu-se que poucos alunos haviam feito as leituras orientadas. Desenvolveu-se um diálogo com os que a realizaram e solicitou-se que explicassem aos demais colegas seus entendimentos, fomentando a interação aluno-aluno. Em determinados

momentos o professor interferia para acrescentar alguma ideia (professor-aluno). Em seguida a turma foi apresentada aos materiais didáticos e puderam ver e manusear o kit com Arduino (aluno-tecnologia).

Durante a atividade ficou evidente que a tecnologia permitiu aos alunos a exploração dos limites das atividades experimentais chegando a novas compreensões, fato inovador inexistente no método tradicional (Evangelista, de Oliveira de Souza, 2019). Com isso, deu-se o início das práticas, motivando-os a montar o circuito do kit experimental (Fig 02). Na atividade o LED amarelo indicava a origem do movimento e os vermelhos sua trajetória.

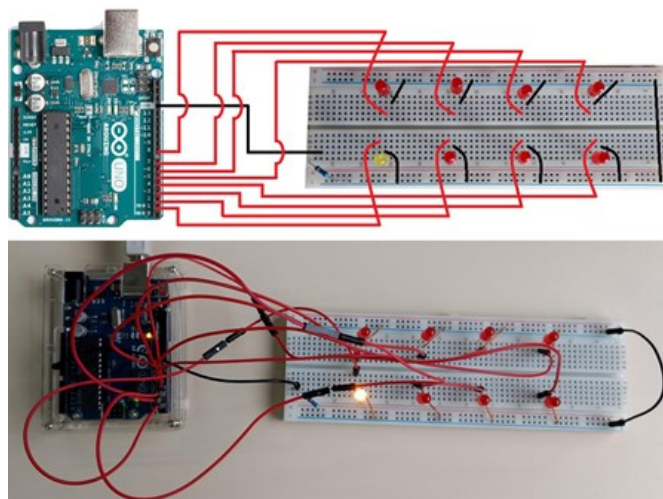


Figura 2: Montagem do kit experimental.

Fonte: Autor.

Com o projetor multimídia foi demonstrado o código fonte do Arduino. Os alunos, por sua vez, demonstraram grande interesse na atividade, participando ativamente, questionando, motivando-se mutuamente a trabalhar no circuito (Fig 03). A afinidade dos alunos com a proposta ficou evidente, confirmando o relato de pesquisas (Bennett, Maton Kervin, 2008; Prensky, 2001).) que se referem aos alunos como geração conectada ou nativos digitais. Esses não aprendem como as gerações anteriores, mas sim a partir de experiências, possuindo habilidades em multitarefas e tecnologias de informação e comunicação. Em suma, o sistema educacional atual não consegue alcançá-los de modo suficiente.



Figura 3: Alunos realizando as atividades.

Fonte: Autor.

Durante a realização da atividade, no código fonte (Apêndice), era possível alterar

o tempo que a luz de cada LED permaneceria ligada. Os LED's foram colocados na protoboard a uma distância de 3,0 cm uns dos outros, sendo assim, uma outra opção, era não alterar o tempo e sim a distância entre os LED's. A variação de qualquer uma dessas duas variáveis ocasionaria um novo valor para a velocidade observada. Por conveniência, manteve-se à distância de 3,0 cm e cada grupo definiu um tempo a ser escrito no código fonte.

A ideia geral foi motivar os alunos a observar o movimento da luz no circuito com LED's e descrever o que estavam vendo por meio de tabelas e gráficos. Também solicitou-se que identificassem qual a distância percorrida, o deslocamento, a velocidade escalar média e a velocidade vetorial média. O desafio era tirar do real os dados necessários para contar sua história. Fazer a transposição do prático e palpável para as linguagens teóricas. Assim, eles construíram uma tabela referente ao movimento da iluminação dos LED's e um esboço gráfico do respectivo movimento.

A atividade mostrou-se extremamente viável ao perceber que os alunos cooperavam uns com os outros, desde a montagem do circuito até a confecção dos gráficos e tabelas. A escolha por uma tecnologia relativamente simples motivou-os a interagir sem medo com o material. Como resultado observou-se uma turma mais motivada, dinâmica e interessada em aprender, um ambiente permeado por diálogos e trocas de experiências.

A psicologia clássica diz que a imitação no processo de aprendizagem é um ato mecânico e sem significado. No entanto, Vygotsky afirma que uma pessoa só consegue imitar aquilo que está no seu nível de desenvolvimento (Vigotski, 2007). Em outras palavras, o sujeito que apresenta dificuldades para resolver um problema, ao observar o professor ou seu colega de sala resolvendo, poderá captar a solução e desenvolvê-la de maneira semelhante. Assim, percebe-se que a imitação não é a cópia idêntica do que se presenciou, mas sim um fazer equivalente, em que estão presentes as diferenças intrínsecas provenientes do senso comum sistematizado nas relações sócio-históricas da pessoa, ou seja, haverá imitação, mas com feição própria.

Cabe salientar que esta atividade trabalhou apenas o movimento com velocidade constante nas aulas, mas no Apêndice encontra-se disponível o programa-fonte para quem desejar ir além e aplicar a atividade com aceleração constante.

Nesse sentido, preocupados com o entendimento da proposta experimental, recomendam-se 2 vídeos do canal Física com Fabão, em que o professor demonstra o funcionamento dos circuitos com velocidade constante e aceleração constante da iluminação nos LED's (Evangelista, 2019) além de explicar de forma lúdica a utilidade de tabelas, gráficos e funções (Evangelista, 2020).

III.2. A Escolha da Cor do LED

Com relação a escolha do LED a ser utilizado, sugere-se a utilização de 7 modelos (Fig. 4). É interessante ressaltar que a escolha do infravermelho não pode ser visto como equívoco. Se acompanhada de uma câmera digital para observar os LED's, ligando e desligando, pode ampliar ainda mais a discussão dos saberes científicos.

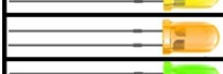
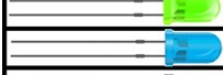
COR	TENSÃO	CORRENTE
 infravermelho	1,7V	20 mA
 vermelho	2,0V	20 mA
 amarelo	2,0V	20 mA
 laranja	2,0V	20 mA
 verde	2,5V	20 mA
 azul	3,5V	20 mA
 branco	3,5V	20 mA

Figura 4: Alguns tipos de LED's.
Fonte: Autor.

Aqui, optou-se pela alimentação de 5,0V da placa Arduino, fato que interfere no próximo passo, a escolha da resistência do seu respectivo resistor. Neste trabalho escolhemos os LED's vermelho e amarelo por possuírem o mesmo valor de tensão, 2,0V, e por consequência o mesmo resistor.

Em um cálculo rápido pode-se calcular o valor dessa resistência. Tendo o valor da fonte de 5,0V e o LED de 2,0V precisa-se de um resistor que utilize $(5,0 - 2,0 = 3,0)$ addpde3,0V. Conformeaequao (Fig.5) divide – se3,0V pelomdulodacorrenteeltrica, 20mAou0,02A, obten

$$R = \frac{V}{i}$$

R = resistência
V = tensão
i = corrente

Figura 5: Equação decorrente da Lei de Ohm.
Fonte: Autor.

Cabe salientar, que neste trabalho utilizou-se um resistor de módulo 220. O fato de aumentar o valor mínimo da resistência calculada, 150, não interfere no funcionamento da atividade experimental proposta. Ao optar por resistências mais elevadas corre-se o risco de diminuir o brilho do LED. No entanto, se optar por valores inferiores a 150 corre-se o risco de queimar o LED.

IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente proposta buscou abordar a inovação educacional a partir da relação do ensino com a tecnologia. Deste modo, inovar a educação não se trata apenas de trazer para o ambiente educacional os artefatos tecnológicos, tampouco se trata de mudar questões metodológicas e didáticas em sala de aula. Na realidade, esses dois universos precisam estar em sintonia no contexto da inovação educacional, especialmente ao levar em consideração os

cinco níveis de interação: alunoaluno, alunotecnologia, alunoambiente, alunosaber científico e alunoprofessor.

Nesse sentido, tecnologia foi tratada de maneira a ser facilmente utilizada e compreendida pelos alunos, entendida como parte de um todo e permeada pela metodologia mista (tradicional dialogada e Scale-up). Essas características objetivam enriquecer as interações pertinentes e potencializar o processo de ensino e aprendizagem. Na verdade, muitas barreiras são quebradas quando os alunos conseguem encontrar significado naquilo que estão aprendendo e conseguem perceber que o conhecimento adquirido é aplicável em seu cotidiano.

No âmbito do processo educacional, os alunos devem ser o centro do processo, sujeitos ativos e corresponsáveis, unidos ao professor. Na presente atividade houve indícios que os alunos conseguiram relacionar o conhecimento teórico com o conhecimento prático, encontrando significado no que foi estudado.

Como trabalhos futuros, sugere-se que sejam analisadas em profundidade as cinco interações percebidas no processo a partir do aluno, bem como as percepções dos alunos no processo de aprendizagem a partir do projeto proposto.

REFERÊNCIAS

- Araujo, I. S., Veit, E. A., Moreira, M. A. (2004). Atividades de modelagem computacional no auxílio à interpretação de gráficos da cinemática. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 26(2), 179-184.
- Beichner, R. J., Saul, J. M., Abbott, D. S., Morse, J. J., Deardorff, D., Allain, R. J., ... Risley, J. S. (2007). The student-centered activities for large enrollment undergraduate programs (SCALE-UP) project. *Research-based reform of university physics*, 1(1), 2-39.
- Bennett, S., Maton, K., Kervin, L. (2008). The digital natives debate: A critical review of the evidence. *British journal of educational technology*, 39(5), 775-786.
- Carvalho, L. R. M. D., Amorim, H. S. D. (2014). Observando as marés atmosféricas: uma aplicação da placa Arduino com sensores de pressão barométrica e temperatura. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 36(3), 1-7.
- Cavalcante, M. A., Tavoraro, C. R. C., Molisani, E. (2011). Física com Arduino para iniciantes. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 33(4), 4503-4503.
- Cid, A. S., Correa, T. (2019). Venturino: analysis of pressure variation in a Venturi's tube using Arduino and pressure sensor. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 41(3).
- Cordova, H., Tort, A. C. (2016). Medida de g com a placa Arduino em um experimento simples de queda livre. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 38(2).
- Doca R. H., Biscuola G. J., Boas N. V. (2016). *Física 1: Mecânica*. São Paulo: Saraiva.

Henriques, V. B., Prado, C. P., Vieira, A. P. (2014). Editorial convidado: aprendizagem ativa. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 36(4), 01-02.

Evangelista, F. L., de Oliveira, L. M., Pereira, L. M. F., de Souza, M. M., Aragão, F. A. P. (2019). O Ensino de Física e Matemática sob a Ótica da Neuroeducação. *Revista do Professor de Física*, 3(2), 80-92.

Evangelista, F. L., de Oliveira, L. M., de Souza, M. M. (2019). Relato do ensino de momento de alavanca e lógica de programação no Ensino Fundamental por meio de plataformas eletrônicas. *A Física na Escola* 17(2), 35-42.

Evangelista F. L., *Física com Fabão: MRU e MRUV em um circuito com LED's* Canal Física com Fabão - Youtube. 2019. Acesso em 5 nov., 2019, <<https://youtu.be/3KNCZ5vbRnE>>

Evangelista F. L., *Física com Fabão: aula 4 Tabelas, Gráfico e Equações, PARA QUE?* Canal Física com Fabão - Youtube. 2020. Acesso em 10 out., 2020, <https://youtu.be/UicJnp_ogiw>

Martini G., Spinelli W., Reis H. C., Sant'Anna B. (2013). *Conexões com a Física: 1 Estudo dos movimentos* Leis de Newton Leis da conservação. São Paulo: Moderna.

Moreira, M. P. C., Romeu, M. C., Alves, F. R. V., da Silva, F. R. O. (2018). Contribuições do Arduino no ensino de Física: uma revisão sistemática de publicações na área do ensino. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 35(3), 721-745.

Site Oficial Arduino <<https://www.arduino.cc/>>, acesso em 29 de Outubro (2020).

Prensky M., *On the Horizon* 9, 1 (2001).

Vigotski, L. S. (2007). *A Formação Social da Mente: O Desenvolvimento dos Processos Psicológicos Superiores*. São Paulo: Martins Fontes.



A Função de Distribuição de Velocidades de Maxwell-Boltzmann em Detalhes

G. J. DAMIÃO¹, C. G. RODRIGUES¹

¹Universidade Católica de Goiás.

Resumo

Apesar de sua importância, nas disciplinas introdutórias dos cursos de ciências exatas, a demonstração da lei de distribuição de velocidades de Maxwell-Boltzmann não é explicada, mostrando-se apenas a sua equação final. A fim de preencher esta deficiência, neste trabalho procuramos mostrar em detalhes, de forma bem didática a demonstração de tal lei. Para isto é inicialmente introduzida a teoria cinética dos gases. Apresenta-se também a boa concordância da lei de distribuição de velocidades de Maxwell-Boltzmann com resultados experimentais e o seu limite de aplicabilidade.

Palavras-chave: Cinética dos gases. Distribuição de Maxwell-Boltzmann. Velocidade média quadrática.

I. EXEMPLO: INTRODUÇÃO

A temperatura de qualquer sistema físico é o resultado do movimento das moléculas e átomos que compõem o sistema. Essas pequenas partes da matéria possuem um intervalo de diferentes velocidades, e a velocidade de cada partícula varia constantemente devido a colisões umas com as outras. Tal distribuição relativa às velocidades, especifica a fração para cada intervalo de velocidades como função da temperatura do sistema. Esta distribuição leva os nomes de seus criadores: o físico e matemático britânico James Clerk Maxwell (1831-1879) e o físico austríaco Ludwig Eduard Boltzmann (1844-1906). No início da segunda metade do século XIX, por volta de 1859 Maxwell realizou estudos sobre como se distribuíam os módulos das velocidades das moléculas de um gás em equilíbrio térmico e no ano de 1860 demonstrou e divulgou que as velocidades das moléculas de um gás são distribuídas segundo a lei das distribuições dos erros, que foi formulada no ano de 1795 pelo matemático, físico e astrônomo alemão Johann Carl Friedrich Gauss (1777-1855). Nesta lei a energia cinética das moléculas é proporcional à temperatura absoluta T do gás. Posteriormente, no ano de 1872 Boltzmann generalizou esta lei, sendo atualmente conhecida como lei de Maxwell-Boltzmann.

A distribuição de velocidades de Maxwell-Boltzmann é em suma uma distribuição de probabilidade a qual pode ser aplicada em diversas áreas como física, engenharia, biologia,

química, etc. O processo de evaporação da água em um lago, o brilho do sol, nêutrons térmicos em reatores nucleares, são todos exemplos de fenômenos em que a distribuição de velocidades de Maxwell-Boltzmann pode ser empregada.

Apesar de sua importância, os cursos na área de ciências exatas não tratam sobre a origem e a demonstração da lei de distribuição de velocidades de Maxwell-Boltzmann, apresentando apenas a sua equação final. A fim de preencher esta deficiência, neste trabalho procuramos mostrar em detalhes, de forma bem didática a demonstração de tal lei. Para isto introduzimos inicialmente na Seção 2 a teoria cinética dos gases antes de iniciar a demonstração da lei de Maxwell-Boltzmann, a qual é feita na Seção 3. Por fim, a Seção 4 se destina a questão da verificação experimental da lei de distribuição de velocidades de Maxwell-Boltzmann e o seu limite de validade.

II. A TEORIA CINÉTICA DOS GASES

O movimento das partículas de um gás é muito complexo de ser analisado, pois envolve um número imenso de partículas com suas respectivas posições e momentos lineares. Normalmente esse número é da ordem do número de Avogadro¹, o que inviabiliza o cálculo direto de grandezas físicas individuais como a energia cinética e a velocidade.

Nesse caso, para se extrair informações físicas relevantes do modelo, utiliza-se uma abordagem estatística das grandezas individuais daqueles corpos microscópicos. Essas grandezas são chamadas de variáveis ou quantidades microscópicas. Estas, por sua vez, implicam efeitos macroscópicos mensuráveis na forma de pressão, temperatura e volume aspectos envolvidos na equação de estado de determinada substância (SCHIFINO, 2013). Essas grandezas são chamadas de variáveis ou quantidades macroscópicas.

Conceitualmente, a pressão de um gás é a razão entre a força exercida por suas partículas nas faces internas das paredes de um recipiente e a área superficial interna do recipiente. A temperatura do gás é a medida da energia cinética média de seus átomos ou moléculas (SERWAY, 2014), e o seu volume é o volume do recipiente que o contém.

A energia cinética média $\langle E \rangle$ leva em consideração o valor médio do quadrado da velocidade das partículas do gás, $\langle v^2 \rangle$, a partir da seguinte relação

$$\langle E \rangle = \frac{m \langle v^2 \rangle}{2} \quad (1)$$

onde m é a massa de seus átomos ou moléculas (SERWAY, 2014). Busca-se, então, um modelo físico-matemático que relacione os parâmetros macroscópicos temperatura (T), pressão (P) e volume do gás (V) com a sua energia cinética média e velocidade média quadrática das partículas.

Consideremos um gás a uma temperatura constante contido em um recipiente cúbico. A pressão que suas partículas exercem nas paredes internas depende da transferência de momento na forma de colisões elásticas entre as partículas que constituem o gás e as faces internas das paredes do recipiente que o contém (SERWAY, 2014). Neste modelo, o gás é

¹Quantidade de partículas por mol de determinada substância, que tem o valor aproximado de $6,022 \times 10^{23}$ unidades, correspondente a mais de seiscentos bilhões de trilhões de unidades, ou $602,2 \times 10^9 \times 10^{12}$ unidades.

composto por átomos ou moléculas puntiformes e as forças oriundas da interação entre os corpúsculos, bem como suas colisões, são desprezíveis.

Uma partícula isolada tem massa m e velocidade v com as direções e módulos das velocidades livres. As partículas estão submetidas às leis de movimento de Newton com um movimento total isotrópico. A Figura 1 ilustra o choque elástico de uma partícula (átomo/molécula) com uma das paredes do recipiente.

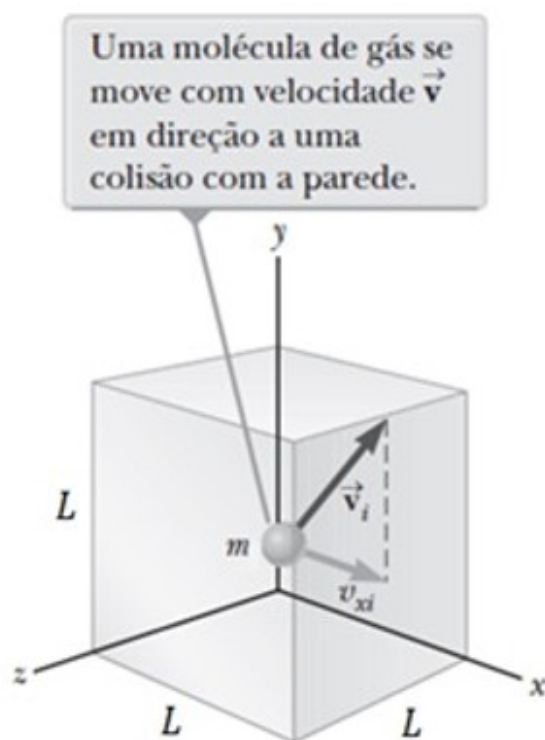


Figura 1: Molécula contida em um recipiente cúbico.
Fonte: Autores.

A transferência de momento da parede para a partícula se dá, matematicamente, na direção x , da seguinte forma

$$p_{x(inicial)} = mv_{x(inicial)} \quad (2)$$

e

$$p_{x(final)} = mv_{x(final)} \quad (3)$$

e considerando a colisão perfeitamente elástica temos

$$v_{x(final)} = -v_{x(inicial)} \quad (4)$$

Assim, a variação do momento linear² da partícula imediatamente após a colisão com a parede é

²Utilizaremos p (minúsculo) para representar o momento e P (maiúsculo) para representar a pressão.

$$\Delta p = p_{x(inicial)} - p_{x(inicial)} = mv_{x(final)} - mv_{x(inicial)}$$

Usando a Eq. (4), essa última expressão fica

$$\Delta p = -mv_{x(inicial)} - mv_{x(inicial)} = -2mv_{x(inicial)} = -2mv_x$$

onde foi definindo $v_x = v_{x(inicial)}$. Portanto, o momento transferido da molécula do gás para a parede interna é

$$\Delta p = 2mv_x \quad (5)$$

O tempo necessário para que a partícula atinja a parede frontal e retorne, considerando um cubo de aresta L é

$$x_x = \frac{2L}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{2L}{v_x} \quad (6)$$

A variação do momento linear p em relação à variação temporal consiste na grandeza física força (2a Lei de Newton), isto é

$$\frac{\Delta p}{\Delta t} = F \Rightarrow \Delta p = F\Delta t$$

e usando a Eq. (5) esta última expressão fica

$$F\Delta t = 2mv_x \Rightarrow F = \frac{2xmv_x}{\Delta t} \quad (7)$$

Substituindo a Eq. (6) na Eq. (7) temos

$$F = \frac{2mv_x}{2L/v_x} \Rightarrow F = \frac{2mv_x^2}{L} \quad (8)$$

Esta é a expressão da força que uma partícula produz na parede do recipiente. Para encontrar a pressão P exercida nesta face da parede, deve-se, primeiro, encontrar a força que todas as N partículas aplicam nela e relacioná-la com a sua área L^2

$$F_{total} = \sum_{i=1}^N \frac{mv_{xi}^2}{L} \Rightarrow P = \frac{F_{total}}{L^2} = \frac{1}{L^2} \sum_{i=1}^N \frac{mv_{xi}^2}{L} = \frac{m}{L^3} \sum_{i=1}^N v_{xi}^2$$

A média do quadrado das velocidades na direção x pode ser encontrada com a multiplicação nesta última expressão pela fração N/N :

$$P = \left(\frac{N}{N}\right) \frac{m}{L^3} \left(\sum_{i=1}^N v_{xi}^2\right) = \frac{mN}{L^3} \left(\sum_{i=1}^N \frac{v_{xi}^2}{N}\right) = \frac{mN}{L^3} \langle v_x^2 \rangle$$

$$P = \frac{mN}{V} \langle v_x^2 \rangle \quad (9)$$

onde L^3 é o volume V do cubo.

As velocidades médias independem da direção adotada, pois há um número muito

grande de partículas se movendo aleatoriamente de forma muito rápida (YOUNG, 2008). Dessa forma, os módulos das velocidades médias são iguais em qualquer direção. Assim

$$\langle v^2 \rangle = \langle v_x^2 \rangle + \langle v_y^2 \rangle + \langle v_z^2 \rangle \quad (10)$$

com

$$\langle v_x^2 \rangle = \langle v_y^2 \rangle = \langle v_z^2 \rangle \quad (11)$$

tem-se

$$\langle v^2 \rangle = 3\langle v_x^2 \rangle \Rightarrow \langle v_x^2 \rangle = \frac{1}{3}\langle v^2 \rangle \quad (12)$$

Substituindo (12) em (9) temos

$$P = \frac{mN}{V} \frac{\langle v^2 \rangle}{3} \Rightarrow PV = \frac{mN}{3} \langle v^2 \rangle \quad (13)$$

A equação dos gases ideais (HALLIDAY, 2012) dada por

$$PV = nRT, \quad (14)$$

onde R é a constante dos gases ideais e n o número de mols, pode ser relacionada com a Eq. (13) da seguinte forma

$$nRT = \frac{mN}{3} \langle v^2 \rangle$$

Sendo $N = nN_A$, onde N_A é o número de Avogadro, a expressão anterior assume a forma

$$nRT = \frac{mN_A}{3} \langle v^2 \rangle \Rightarrow T = \frac{mN_A}{3} \langle v^2 \rangle$$

Usando que a massa molar M do gás é $M = mN_A$, a expressão anterior fica

$$RT = \frac{M}{3} \langle v^2 \rangle \quad (15)$$

Isolando $\langle v^2 \rangle$, temos

$$\langle v^2 \rangle = \frac{3RT}{M}$$

e extraindo a sua raiz quadrada, temos a raiz quadrada do valor quadrático médio da velocidade das partículas, denotada por v_{rms} (uma acrossemia do inglês: *root mean square* = rms) (SCHIFINO, 2013) dada, então, por:

$$v_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} \quad (16)$$

ou

$$v_{rms} = \sqrt{\frac{3kT}{m}}, \quad (17)$$

onde $R/N_A = k = 1,3806 \times 10^{-23} J/K$ é a constante de Boltzmann (HALLIDAY, 2012). Pode-se afirmar, também, que a velocidade quadrática média de cada uma das componentes v_x , v_y e v_z é, a partir da Eq. (15)

$$RT = \frac{M}{3} \langle v^2 \rangle = \frac{M}{3} 3 \langle v_x^2 \rangle, \quad (18)$$

$$\langle v_x^2 \rangle = \frac{RT}{M},$$

ou

$$\langle v_x^2 \rangle = \frac{kT}{m}. \quad (19)$$

Logo

$$v_{x(rms)} = \sqrt{\frac{RT}{M}}, \quad (20)$$

ou

$$v_{x(rms)} = \sqrt{\frac{kT}{m}}, \quad (21)$$

III. A FUNÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO DE VELOCIDADES DE MAXWELL-BOLTZMANN

Os resultados obtidos na Seção 2 são muito significativos, pois, a partir de uma grandeza física macroscópica como a temperatura T é possível determinar a velocidade v_{rms} com a qual se movem as partículas do gás. Entretanto, a dedução exposta leva a outra hipótese. Se existe v_{rms} , parâmetro estatístico da velocidade, pode existir uma distribuição de prováveis velocidades, isto é, uma função densidade de probabilidade que descreva os intervalos de velocidades a serem assumidos pelos corpúsculos deste gás. O físico britânico James Clerk Maxwell apresentou, em 1859, um trabalho no qual expôs uma distribuição de velocidades de um gás em equilíbrio térmico (NUSSENZVEIG, 2002) e, em 1876, Ludwig Boltzmann chegou ao mesmo resultado por um modelo diferente. A seguir apresenta-se uma possível dedução desta função de distribuição de velocidades. Consideremos um espaço tridimensional de velocidades moleculares, como ilustrado na Figura 2. O objetivo é encontrar a probabilidade das partículas de um gás, que possuem velocidades diversas, apresentarem componentes de velocidade entre v_x e $v_x + dv_x$; v_y e $v_y + dv_y$; e v_z e $v_z + dv_z$ (NUSSENZVEIG, 2002).

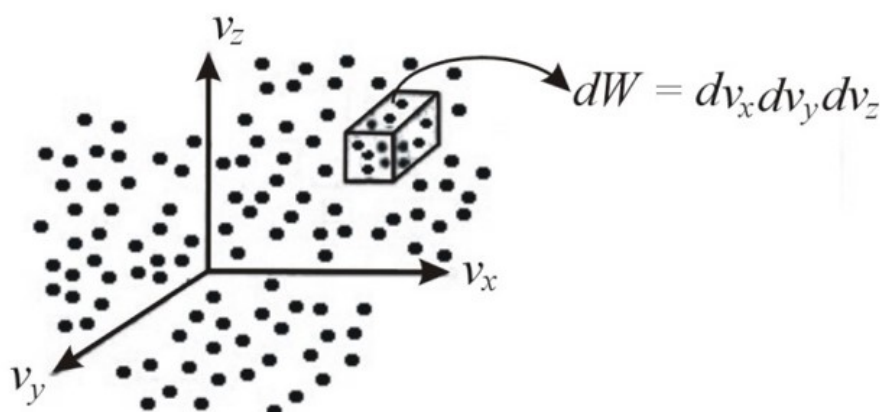


Figura 2: Espaço de velocidades.
Fonte: Autores.

Seja $f(v_x, v_y, v_z)dv_x dv_y dv_z$ uma fração do total de partículas de um gás com componentes v_x , v_y e v_z compreendidas na faixa de velocidades exposta no parágrafo anterior. Deseja-se descobrir qual é esta função de distribuição de velocidades. Como a velocidade quadrática média depende da temperatura do gás, supõe-se que esta distribuição também dependa. Considere-se o gás em equilíbrio térmico, com a temperatura T constante (SCHIFINO, 2013). Pela definição de probabilidade de variáveis aleatórias contínuas (DEVORE, 2006), e considerando que o número de moléculas é suficientemente grande para que se adotem como contínuos os valores de velocidades contidas num intervalo cujos limites tendam a $-\infty$ e $+\infty$ em cada dimensão do espaço de velocidades, tem-se

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} f(v_x, v_y, v_z) dv_x dv_y dv_z = 1 \quad (22)$$

ou

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} f(v_x, v_y, v_z) dW = 1 \quad (23)$$

sendo dW o elemento de volume do espaço de velocidades igual a $dv_x dv_y dv_z$.

Contudo, duas considerações devem ser feitas, similares às utilizadas na Seção 2 para a dedução da velocidade v_{rms} . Em primeiro lugar, as componentes são independentes, ou seja, a velocidade v_x , por exemplo, não está vinculada aos valores de v_y e v_z . Isso é válido para cada componente em relação às outras duas. Em segundo lugar, não há direção espacial preferencial para onde as moléculas caminham, ou seja, o espaço é considerado isotrópico (BAGNATO, 2016).

Matematicamente, estes princípios se expressam com a adoção da mesma forma funcional para cada componente (isotropia espacial) e com a separação da função principal em funções autônomas em relação às outras (independência entre as componentes), isto é

$$\int_{-\infty}^{+\infty} f(v_x) dv_x = 1 \quad (24)$$

$$\int_{-\infty}^{+\infty} f(v_y) dv_y = 1 \quad (25)$$

$$\int_{-\infty}^{+\infty} f(v_z) dv_z = 1 \quad (26)$$

Como essas componentes são independentes e suas funções são interpretadas probabilisticamente, a função $f(v_x, v_y, v_z) dv_x dv_y dv_z$ é igual ao produto das funções componentes, ou seja

$$f(v_x, v_y, v_z) dv_x dv_y dv_z = f(v_x) dv_x f(v_y) dv_y f(v_z) dv_z$$

e integrando em todo o espaço

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} f(v_x, v_y, v_z) dW = \int_{-\infty}^{+\infty} f(v_x) dv_x \int_{-\infty}^{+\infty} f(v_y) dv_y \int_{-\infty}^{+\infty} f(v_z) dv_z \quad (27)$$

A isotropia espacial implica a não dependência da direção que se adota, pois a probabilidade de se encontrar determinado número de partículas em uma fração do espaço de velocidades deve ser a mesma que a de outra região equidistante da origem daquele espaço. Portanto, faz-se necessário considerar não mais as componentes da velocidade, mas o módulo desta na função distribuição de velocidades (BAGNATO, 2016), isto é

$$f(v) dW = f(v_x) f(v_y) f(v_z) dW \quad (28)$$

onde $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}$. Assim

$$f(v) = f(v_x) f(v_y) f(v_z). \quad (29)$$

Tomando a derivada de $f(v)$ em relação a v_x , tem-se

$$\begin{aligned} \frac{df(v)}{dv_x} &= \frac{df(v_x)}{dv_x} f(v_y) f(v_z) \\ \left(\frac{\partial f(v)}{\partial v} \right) \left(\frac{\partial v}{\partial v_x} \right) &= \frac{df(v_x)}{dv_x} f(v_y) f(v_z). \end{aligned} \quad (30)$$

Como $v = (v_x^2 + v_y^2 + v_z^2)^{1/2}$, tem-se:

$$\frac{\partial v}{\partial v_x} = \frac{1}{2} (v_x^2 + v_y^2 + v_z^2)^{1/2} \cdot 2v_x = \frac{v_x}{\sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}} = \frac{v_x}{v} \quad (31)$$

Além disso

$$\frac{\partial f(v)}{\partial v} = f'(v) \quad (32)$$

e

$$\frac{\partial f(v_x)}{\partial v_x} = f'(v_x) \quad (33)$$

Inserindo (31), (32) e (33) na Eq. (30), temos

$$\frac{f'(v)}{v} v_x = f'(v_x) f(v_y) f(v_z). \quad (34)$$

Nota-se que o quociente entre (34) e (29) promove o cancelamento do termo $f(v_y) f(v_z)$ da seguinte forma

$$\begin{aligned} \frac{f'(v) v_x}{f(v) v} &= \frac{f'(v_x)}{f(v_x)} \\ \frac{f'(v)}{f(v) v} &= \frac{f'(v_x)}{f(v_x) v_x} \end{aligned} \quad (35)$$

Neste ponto, cabe uma análise da Eq. (35). Enquanto o lado direito da igualdade é função que depende de uma das componentes da velocidade, verifica-se que o lado esquerdo vincula-se somente ao módulo da velocidade v . Por sua vez, o módulo da velocidade subordina-se aos valores de v_x , v_y e v_z . Então, para um dado valor de v_x , há infinitas combinações de v_y e v_z que tornam a igualdade acima válida. Dessa forma, a relação acima só faz sentido matemático se for igual a um valor constante (BAGNATO, 2016), isto é

$$\frac{f'(v)}{f(v) v} = \frac{f'(v_x)}{f(v_x) v_x} = \frac{f'(v_y)}{f(v_y) v_y} = \frac{f'(v_z)}{f(v_z) v_z} = \text{constante} \quad (36)$$

Faremos esta constante igual a -2 em virtude da maior facilidade em se trabalhar com o expoente negativo após a integração de uma das equações acima. Assim

$$\frac{f'(v)}{f(v) v} = -2\alpha \quad (37)$$

e

$$\frac{f'(v_x)}{f(v_x) v_x} = -2\alpha \quad (38)$$

Substituindo (33) em (38)

$$\begin{aligned} \frac{df(v_x)}{dv_x f(v_x) v_x} &= -2\alpha \\ \frac{df(v_x)}{f(v_x)} &= -2\alpha v_x dv_x \end{aligned} \quad (39)$$

Integrando a Eq. (39)

$$\int \frac{df(v_x)}{f(v_x)} = - \int 2\alpha v_x dv_x \Rightarrow \ln(f(v_x)) = -\alpha v_x^2 + C \Rightarrow f(v_x) = e^{-\alpha \cdot v_x^2 + C},$$

$$f(v_x) = Ae^{-\alpha \cdot v_x^2} \quad (40)$$

onde $A = e^C$. A função da Eq. (40) é uma curva gaussiana semelhante à distribuição normal (DEVORE, 2006). De posse desta relação, pode-se encontrar $f(v)$, considerando que as funções das outras componentes do espaço de velocidades são

$$f(v_y) = Ae^{-\alpha v_y^2} \quad (41)$$

e

$$f(v_z) = Ae^{-\alpha v_z^2} \quad (42)$$

Substituindo (40), (41) e (42) na Eq. (29) tem-se

$$f(v) = Ae^{-\alpha v_x^2} Ae^{-\alpha v_y^2} Ae^{-\alpha v_z^2} = A^3 e^{-\alpha(v_x^2 + v_y^2 + v_z^2)}$$

$$f(v) = A^3 e^{-\alpha v^2} \quad (43)$$

A partir da Eq. (24) e da Eq. (19) é possível determinar as constantes A e α . Assim, inserindo (40) em (24) tem-se

$$I_1 = \int_{-\infty}^{+\infty} Ae^{-\alpha v_x^2} dv_x = 1 \quad (44)$$

e com procedimento análogo em relação à componente y

$$I_2 = \int_{-\infty}^{+\infty} Ae^{-\alpha v_y^2} dv_y = 1 \quad (45)$$

O produto entre a Eq. (44) e a Eq. (45) resulta em

$$I_1 \cdot I_2 = \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} A^2 e^{-\alpha(v_x^2 + v_y^2)} dv_y dv_x = 1. \quad (46)$$

Observa-se pela simetria das integrais, que $I_1 = I_2 = I$. Tomando um plano cartesiano de abscissa v_x e ordenada v_y , podem-se utilizar as seguintes relações para converter tais coordenadas em polares (RODRIGUES, 2017)

$$v_x^2 + v_y^2 = r^2 \quad (47a)$$

$$v_x = r \cos \theta \quad (47b)$$

$$v_y = r \sin \theta \quad (47c)$$

$$dv_y dv_x = \det J = \begin{vmatrix} \cos(\theta)dr & -r\sin(\theta)d\theta \\ \sin(\theta)dr & r\cos(\theta)d\theta \end{vmatrix} = r dr d\theta \quad (47d)$$

Os limites de integração $-\infty < v_x < +\infty$ e $-\infty < v_y < +\infty$ das coordenadas cartesianas são equivalentes aos limites $0r < \infty$ e 02π das coordenadas polares. Assim, com as definições apresentadas nas Eqs. (47a-d), a Eq. (46) assume a forma

$$\begin{aligned} I^2 &= I_{12} = \int_0^{2\pi} \int_0^{+\infty} A^2 e^{-\alpha r^2} r dr d\theta = 1 \\ I^2 &= A^2 \int_0^{2\pi} d\theta \int_0^{+\infty} e^{-\alpha r^2} r dr = 1 \\ I^2 &= A^2 \cdot 2\pi \cdot \frac{1}{2\alpha} = A^2 \frac{\pi}{\alpha} = 1 \\ I &= A \sqrt{\frac{\pi}{\alpha}} = 1 \Rightarrow A = \sqrt{\frac{\alpha}{\pi}} \end{aligned} \quad (48)$$

Para determinar a constante, utiliza-se a expressão de $\langle v_x^2 \rangle$ obtida na Seção 2. Conceitualmente, a média quadrática de uma distribuição contínua, a exemplo de v_x^2 , se dá pela integral

$$\langle v_x^2 \rangle = \int_{-\infty}^{+\infty} v_x^2 f(v_x) dv_x,$$

e usando a expressão de v_x^2 dada em (19), a equação anterior fica

$$\begin{aligned} \frac{kT}{m} &= \int_{-\infty}^{+\infty} v_x^2 f(v_x) dv_x, \\ \int_{-\infty}^{+\infty} v_x^2 e^{-\frac{\alpha}{2} v_x^2} dv_x &= \frac{kT}{Am}. \end{aligned}$$

Substituindo o valor de A dado pela Eq. (48) em e o valor tabelado da integral (GRADSH-TEYN, 2007) esta última equação fica

$$\frac{1}{2} \sqrt{\frac{\pi}{\alpha^2}} = \frac{kT}{\sqrt{\alpha/\pi m}},$$

e isolando α

$$\alpha = \frac{m}{2kT}. \quad (49)$$

Introduzindo (49) em (48) tem-se

$$A = \sqrt{\frac{m}{2\pi kT}}. \quad (50)$$

Introduzindo as Eqs. (49) e (50) em (43), obtém-se

$$f(v) = \left(\sqrt{\frac{m}{2\pi kT}} \right)^3 e^{-\frac{mv^2}{2kT}}. \quad (51)$$

O produto de $f(v)$ pelo elemento de volume dW possibilita generalizar tal modelo. Com isso, a função torna-se dependente apenas do módulo da velocidade (BAGNATO, 2016):

$$f(v)dW = f(v)dv_x dv_y dv_z = f(v)v^2 d\omega dv \quad (52)$$

Note que

$$\int_0^{4\pi} f(v)v^2 d\omega dv = 4\pi v^2 f(v)dv \quad (53)$$

Tem-se, portanto, a função de distribuição de velocidades preconizada por Maxwell e por Boltzmann, designada por f_{MB}

$$f_{MB}(v) = 4\pi \left(\sqrt{\frac{m}{2\pi kT}} \right)^3 v^2 e^{-\frac{mv^2}{2kT}}. \quad (54)$$

O gráfico desta distribuição assemelha-se a uma gaussiana com início na origem, crescimento quadrático e decrescimento exponencial (BAGNATO, 2016), como ilustrado na Figura 3. Nota-se que o efeito do aumento da temperatura torna a curva de probabilidade mais achatada e longa.

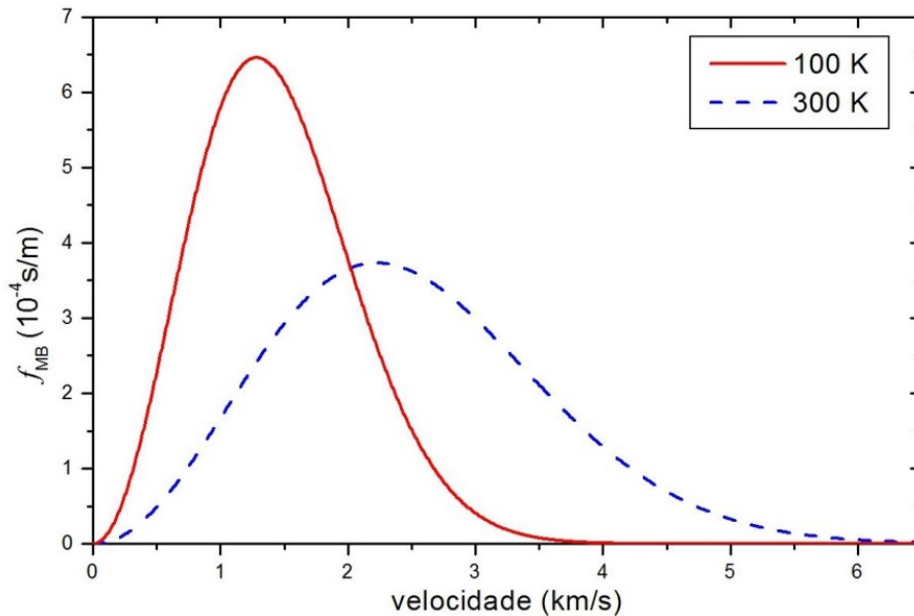


Figura 3: Função de distribuição de velocidades de Maxwell-Boltzmann para dois valores de temperatura. O valor adotado para a massa m foi a massa do próton.

Fonte: Autores.

A interpretação, neste ponto, é de qual fração de partículas do gás possuem velocidade de módulo entre v e $v + dv$, não importando a direção. Ela representa, também, a probabilidade

de uma partícula apresentar velocidade entre v e $v + dv$ (SERWAY, 2014). Portanto, não se pensa mais num cubo de dimensões dv_x , dv_y e dv_z que a contém, mas em uma casca esférica de espessura dv no espaço de velocidades (NUSSENZVEIG, 2002; BAGNATO, 2016). A Figura 4 ilustra tal situação:

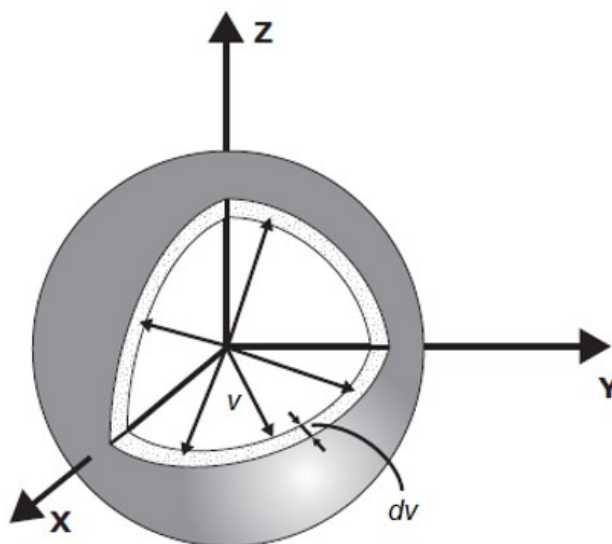


Figura 4: Representação do espaço de velocidades com distribuição de magnitudes.

Fonte: Autores.

A velocidade mais provável, v_p , é o valor que maximiza a função $f_{MB}(v)$. Graficamente, seria o valor de velocidade responsável pelo pico da função de distribuição de velocidades. Portanto, tomando-se a derivada da distribuição de Maxwell-Boltzmann e igualando-a a zero, tem-se:

$$\begin{aligned} \frac{\partial(f_{MB}(v))}{\partial v} &= \frac{\partial \left(4\pi \left(\sqrt{\frac{m}{2\pi kT}} \right)^3 v^2 e^{-\frac{mv^2}{2kT}} \right)}{\partial v} = 0, \\ 2\sqrt{\frac{2}{\pi}} \left(\sqrt{\frac{m}{kT}} \right)^3 v_p e^{-\frac{mv_p^2}{2kT}} - \sqrt{\frac{2}{\pi}} \left(\sqrt{\frac{m}{kT}} \right)^3 \frac{mv_p^3}{kT} e^{-\frac{mv_p^2}{2kT}} &= 0, \\ 2\sqrt{\frac{2}{\pi}} \left(\sqrt{\frac{m}{kT}} \right)^3 v_p e^{-\frac{mv_p^2}{2kT}} &= \sqrt{\frac{2}{\pi}} \left(\sqrt{\frac{m}{kT}} \right)^3 \frac{mv_p^3}{kT} e^{-\frac{mv_p^2}{2kT}}, \end{aligned}$$

e após algumas simplificações

$$2 = \frac{mv_p^2}{kT},$$

e finalmente

$$v_p = \sqrt{\frac{2kT}{M}}. \quad (55)$$

A velocidade média, $\langle v \rangle$, isto é, a esperança da velocidade desta distribuição é dada pela integral

$$\begin{aligned}\langle v \rangle &= \int_0^{+\infty} v f_{MB}(v) dv = \int_0^{+\infty} v 4\pi \left(\sqrt{\frac{m}{2\pi kT}} \right)^3 v^2 e^{-\frac{mv^2}{2kT}} dv, \\ \langle v \rangle &= 4\pi \left(\sqrt{\frac{m}{2\pi kT}} \right)^3 \int_0^{+\infty} v^3 e^{-\frac{mv^2}{2kT}} dv,\end{aligned}$$

e utilizando uma tabela de integrais (GRADSHTEYN, 2007), tem-se

$$\begin{aligned}\langle v \rangle &= 4\pi \left(\sqrt{\frac{m}{2\pi kT}} \right)^3 \frac{4(kT)^2}{2m^2}, \\ \langle v \rangle &= \sqrt{\frac{8kT}{\pi m}}.\end{aligned}\tag{56}$$

A velocidade v_{rms} , determinada na Seção 2, pode ser calculada a partir da distribuição de velocidades de Maxwell-Boltzmann da seguinte forma

$$\begin{aligned}\langle v^2 \rangle &= \int_0^{+\infty} v^2 f_{MB}(v) dv = \int_0^{+\infty} v^2 4\pi \left(\sqrt{\frac{m}{2\pi kT}} \right)^3 v^2 e^{-\frac{mv^2}{2kT}} dv, \\ \langle v^2 \rangle &= 4\pi \left(\sqrt{\frac{m}{2\pi kT}} \right)^3 \int_0^{+\infty} v^4 e^{-\frac{mv^2}{2kT}} dv,\end{aligned}$$

e usando o valor tabelado da integral (GRADSHTEYN, 2007), tem-se

$$\begin{aligned}\langle v^2 \rangle &= 4\pi \left(\sqrt{\frac{m}{2\pi kT}} \right)^3 \frac{3\sqrt{\pi(2kT)^5}}{8\sqrt{m^5}} = \frac{3kT}{m} \\ v_{rms} &= \sqrt{\langle v^2 \rangle} = \sqrt{\frac{3kT}{m}}.\end{aligned}\tag{57}$$

Observa-se que a Eq. (57) é igual à Eq. (17), o que evidencia a validade desta distribuição. Resumindo, foram obtidos:

- velocidade mais provável, v_p :

$$v_p = \sqrt{\frac{2kT}{m}}$$

- velocidade média, $\langle v \rangle$:

$$\langle v \rangle = \sqrt{\frac{8kT}{\pi m}}$$

- velocidade v_{rms} :

$$v_{rms} = \sqrt{\langle v^2 \rangle} = \sqrt{\frac{3kT}{m}}$$

A Figura 5 mostra a distribuição de velocidades de Maxwell-Boltzmann para uma temperatura de 300 K, destacando-se as velocidades: v_p , $\langle v \rangle$ e v_{rms} . Note que $v_p < \langle v \rangle < v_{rms}$.

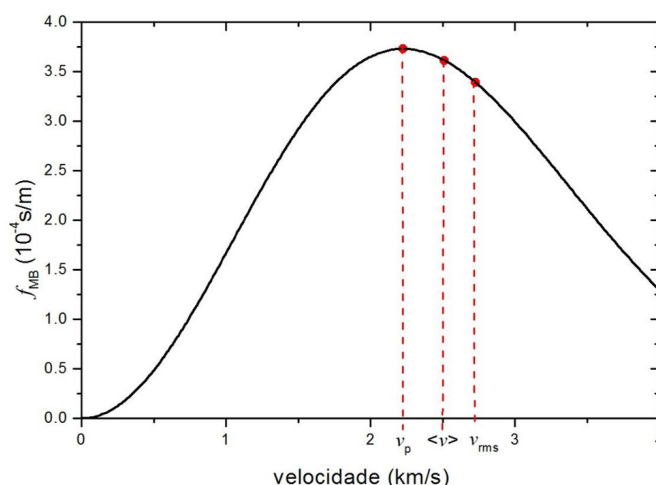


Figura 5: Distribuição de velocidades de Maxwell-Boltzmann para uma temperatura de 300K, destacando-se as velocidades: v_p , $\langle v \rangle$ e v_{rms} .

Fonte: Autores.

IV. COMENTÁRIOS FINAIS

Uma maneira de verificar experimentalmente a validade da lei de distribuição de velocidades de Maxwell-Boltzmann consiste em analisar como variam alguns processos moleculares, como a velocidade das reações químicas quando a temperatura varia. Os valores experimentais obtidos nestes experimentos estão em excelente acordo com a teoria de Maxwell-Boltzmann.

Uma verificação mais direta da lei de distribuição de velocidades de Maxwell-Boltzmann consiste na contagem do número de moléculas em cada intervalo de velocidades ou de energias. Isto pode ser feito experimentalmente com um método que usa um seletor mecânico de velocidades composto por discos e fendas que giram com uma velocidade angular determinada que selecione as velocidades desejadas, por exemplo, em um tanque com um orifício contendo um gás a uma temperatura T . Os resultados experimentais novamente confirmam as predições de Maxwell-Boltzmann.

Nêutrons produzidos em processos de fissão de um reator nuclear são moderados por meio de um material, como água ou grafite, até atingirem o equilíbrio térmico à temperatura do moderador. Os nêutrons em equilíbrio térmico comportam-se como um gás ideal e a sua distribuição de energia concorda com a lei de distribuição de velocidades de Maxwell-Boltzmann, isto é, os nêutrons térmicos seguem a estatística de Maxwell-Boltzmann. Este fato é essencial na concepção de reatores nucleares (ALONSO, 1992).

Uma questão central é o fato da distribuição de Maxwell-Boltzmann admitir uma probabilidade não nula de se encontrar partículas com velocidades maiores que a velocidade da luz no vácuo c . No entanto, sabe-se pela teoria da relatividade que somente velocidades menores que c possuem sentido físico. Portanto, analisaremos em um futuro artigo uma

função de distribuição de velocidades capaz de lidar com este problema: a função de distribuição proposta por Jüttner (DUNKEL, 2007; HAKIM, 2011).

REFERÊNCIAS

ALONSO, M. and FINN E. J., *Physics*. Harlow: Addison Wesley Longman Ltda., 1992.

BAGNATO, V. S. Física Moderna Aula 8: Distribuição de Maxwell Boltzmann, 2016. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=hGzDCefizFg>>. Acessado em: 01 de julho de 2021.

DEVORE, J. L. *Probabilidade e Estatística Para Engenharia e Ciências*, 6a ed. São Paulo: Cengage Learning, 2006.

DUNKEL, J.; TALKNER, P.; HÄNGGI, P. *Relative entropy, Haar measures and relativistic canonical velocity distributions*, New J. Phys., vol. 9, p. 144, 2007.

GRADSHTEYN, I. S. and RYZHIK, I. M. *Table of integrals, series, and products*. Editora Elsevier, MA, USA, 2007.

HAKIM, R. *Introduction to Relativistic Statistical Mechanics: Classical and Quantum*. Singapore: World Scientific, 2011.

HALLIDAY, D.; RESNICK R.; WALKER J. *Fundamentos de Física: Gravitação, Ondas e Termodinâmica*, vol. 2, 9ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

NUSSENZVEIG, H. M. *Curso de Física Básica: Fluidos, Oscilações e Ondas, Calor*, vol. 2, 4a ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2002.

RODRIGUES, C. G. *Tópicos de física matemática para licenciatura*. Editora Livraria da Física, São Paulo, 2017.

SCHIFINO, J. *Tópicos de Físico-Química*. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2013.

SERWAY, R. A.; JEWETT JR., J. W. *Princípios de Física Oscilações, Ondas e Termodinâmica*. São Paulo: Cengage Learning, 2014.

YOUNG, H.D.; FREEDMAN, R. A. *Física II Termodinâmica e Ondas*. São Paulo: Addison Wesley, 2008.



Proposta de Automação do Observatório Astronômico Luiz Cruls

Automation Proposal for Luiz Cruls Astronomical Observatory

JOÃO PEDRO SALES^{*1}, IVAN SOARES FERREIRA^{†2},
MATEUS ANDRIOLA GROSS^{‡3}

¹Instituto de Física - Universidade de Brasília

²Instituto de Física - Universidade de Brasília

³EDUSESC - Serviço Social do Comércio

Resumo

O artigo consiste em uma proposta da construção de um sistema eletrônico para a cúpula do telescópio, localizado no observatório Luiz Cruls. O sistema baseia-se na utilização da plataforma eletrônica Arduino, juntamente com recursos analógicos e digitais, que comunicam-se em longas distâncias. Para tal ação, o uso de softwares de unificação de sistemas e de controle online são necessários. Esta configuração sistematiza o controle remoto da cúpula, aumentando assim, a acurácia dos dados astronômicos medidos.

Palavras-chave: Física. Astronomia. Automação. Instrumentação.

Abstract

This article aims to propose an electronic system implementation for the telescope dome, located at the Luiz Cruls Observatory. The scheme uses Arduino board with analog and digital resources that communicate over long distances. For such action, it is necessary to employ both unification system and online controller softwares. This arrangement improves the remote control and increases the accuracy of the measured astronomical data.

Keywords: Physics. Astronomy. Automation. Instrumentation.

*211032830@aluno.unb.br

†ivan@unb.br

‡mateusg@sescdf.com.br

I. INTRODUÇÃO

Desde o começo dos povos antigos foi importante a observação dos astros e com isso o uso de ferramentas para tal finalidade se tornou relevante [1]. Os registros astronômicos mais antigos datam aproximadamente 3000 a.C., nesta época os astros eram estudados com objetivos práticos como medir a passagem do tempo para prever a melhor época para o plantio e a colheita [2]. Outra aplicação dos conhecimentos relativos a posição dos astros permitiu que a humanidade se orientasse durante as grandes navegações. A partir da luneta de Galileu Galilei foi possível observar o nosso sistema solar de uma forma totalmente nova e assim pôde-se ir mais a fundo no céu celeste [3].

Atualmente algumas das questões mais comentadas nas mídias são a colonização de outros planetas com o foco em Marte [4] e o futuro da indústria, a qual dependerá da mineração de asteroides [5]. Esses dois temas dependem hoje principalmente das observações e dos estudos dos corpos celestes, as quais são feitas por meio de telescópios nos observatórios.

Por mais que a humanidade esteja avançando na tecnologia dos telescópios, nem sempre os pesquisadores podem ficar a todo momento nos observatórios devido a sua difícil localização a qual necessita de lugares secos e com baixa poluição luminosa para se obter dados mais acurados [6] assim desacelerando a pesquisa e causando problemas gerais para esta ciência como um todo.

Tendo em vista os limitantes apresentados no parágrafo anterior, este trabalho se propõe a demonstrar o processo de otimização do Observatório Luiz Cruls, pois assim se torna possível fazer pesquisa a qualquer hora e a qualquer lugar do mundo necessitando apenas de acesso à internet, não exigindo o deslocamento até as dependências físicas do observatório.

II. LUIZ CRULS

O nome do observatório vem do geógrafo e astrônomo belga Luiz Cruls o qual fez a missão Cruls cujo objetivo principal era demarcar os terrenos para a nova capital do Brasil a comando do Ministro dos Negocios da Agricultura, Commercio e Obras Publicas (escrito de acordo com a ortografia da época), Dr. Antão de Faria em 1892 [7]. A história do observatório começou em 1998 com a iniciativa do professor Dr. Thyrso Villela Neto o qual propôs a construção do observatório para fins de pesquisa. O começo da construção passou por problemas burocráticos e portanto só inicio-se em 2004. Somente em julho de 2006 o projeto foi finalizado com a instalação do telescópio principal e conclusão da parte civil da construção [8].

III. LOCAIS DE PESQUISA

Normalmente os locais de trabalho para os profissionais da área espacial se limitam a lugares extremamente isolados e de difícil acesso como por exemplo montanhas e desertos [6]. Por conta da localização desfavorecida dos observatórios a logística necessária para manter os estudos se torna muitas vezes complexa e dispendiosa [9]. O observatório Luiz Cruls mostrado na figura 1 necessita das mesmas condições de outros observatórios,

como por exemplo o ambiente isolado como também do clima favorável. Estando situado na fazenda Água Limpa, em Brasília, sua posição geográfica está distanciada 40 km do centro urbano do Distrito Federal (Cords 15°56'55.9"S 47°56'02.3"W). O Luiz Cruls possui uma cúpula móvel e alguns telescópios, com destaque ao Meade LX200 de 10 polegadas com montagem equatorial do tipo garfo. O sistema de acompanhamento, apontamento e imageamento do telescópio Meade é integrado ao computador. As imagens são obtidas usando três tipos de câmeras (Atik 16 HR, Pictor 410 e Meade DSI).



Figura 1: *Observatório Astronômico Luiz Cruls [10].*

O difícil acesso ao Luiz Cruls fez com que grande parte deste projeto fosse construído dentro campus Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília.

OBJETIVO DO PROJETO

O objetivo do projeto é a proposta de automação total do observatório Luiz Cruls da UnB o que poderá facilitar práticas de pesquisa e ajudar em atividades pedagógicas. Almeja-se neste projeto verificar as condições externas e internas do Observatório e propor um sistema para controlá-lo pela internet utilizando o *software* de automação e controle com interface gráfica conhecida como Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench (*LabVIEW*) [11]. Todo o projeto segue o diagrama mostrado na figura 2 onde cada parte será detalhada com o decorrer do artigo.

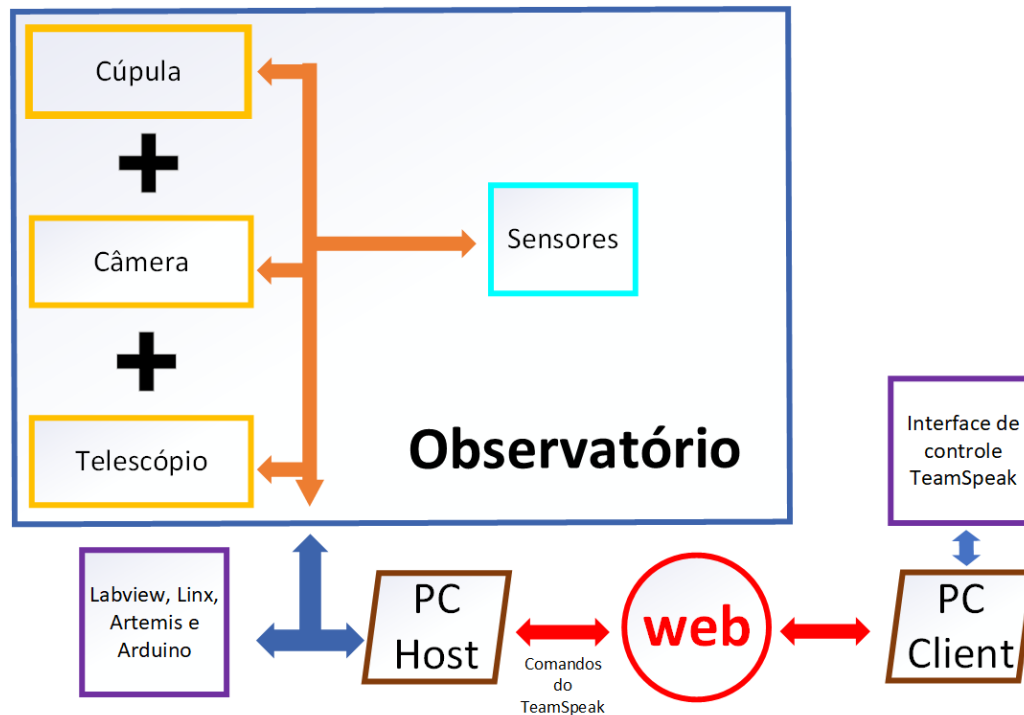


Figura 2: Diagrama do funcionamento do projeto.

IV. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

A construção de todo sistema é baseado em três partes, controle da cúpula, do telescópio e da câmera, as quais funcionam de forma independente. As partes são unidas na mesma interface utilizando o *software* LabVIEW. Maiores detalhamentos sobre as partes do sistema e do *software* serão explicados nas sessões seguintes. Destaca-se que mesmo com a construção de todas as parte do projeto provando a sua funcionalidade o artigo é escrito como referencial técnico para futura implementação.

Para a montagem do circuito principal, mostrado nas figuras 3 e 4, foi necessário:

- 2 Protoboards;
- 1 Sensor de chuva;
- 1 Relé 4 canais;
- 1 Arduino Mega;
- 1 Conversor rj45 para vga;
- 1 Sensor de temperatura e pressão: DHT11;
- 4 Leds;
- 50 Cabos jumpers

Também foi usado um *software* conhecido como LINX [12] que serve como ponte entre o LabVIEW e o Arduino. Usando códigos personalizados, o LINX faz com que o Arduino se torne compatível com os códigos do Labview.

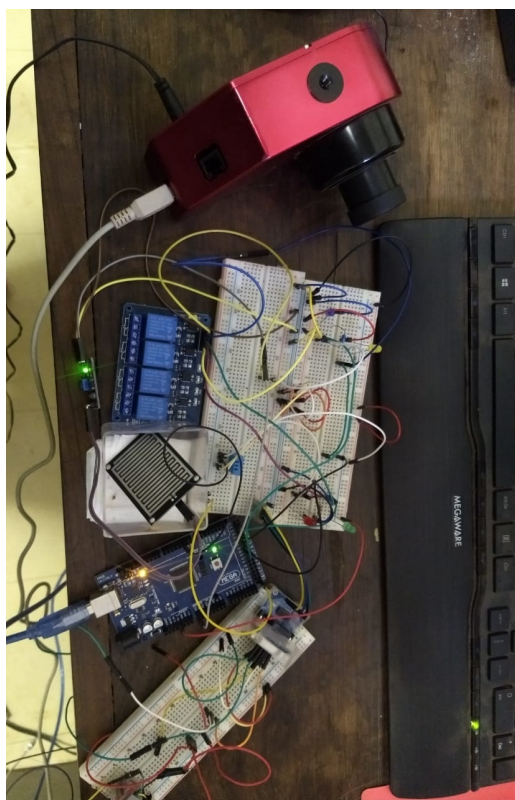


Figura 3: Parte central do circuito de controle.

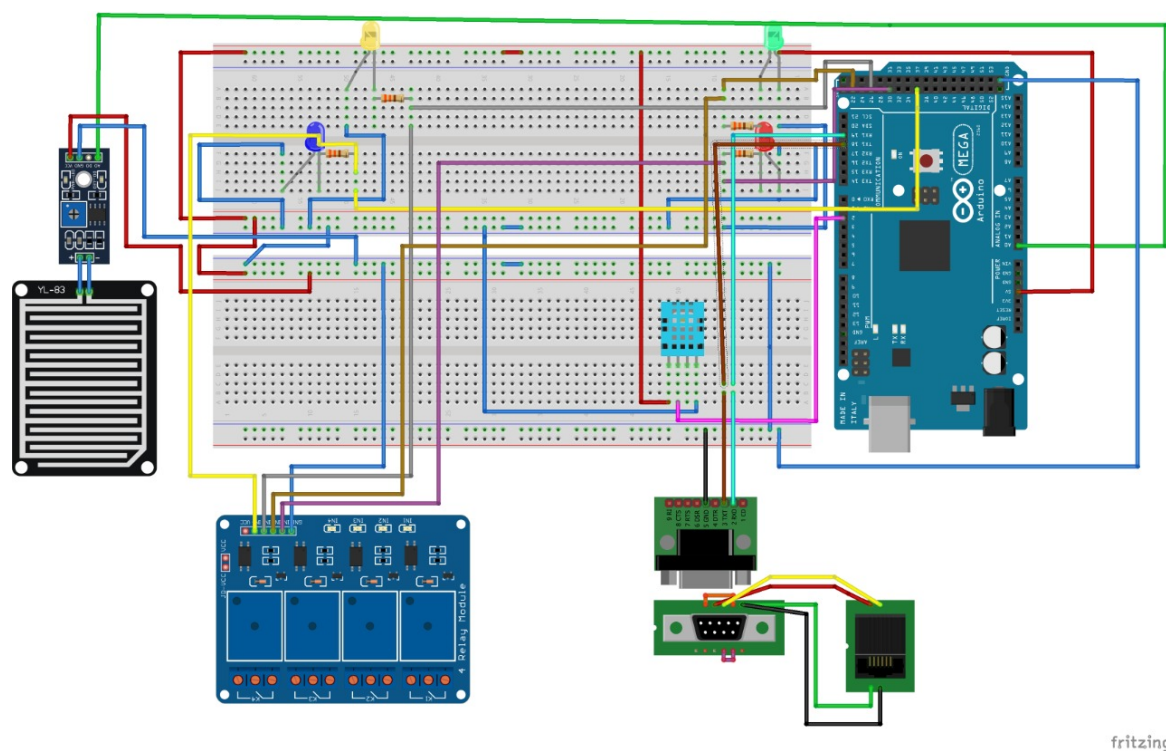


Figura 4: Esquema de ligação entre o Arduino e os periféricos.

V. LABVIEW

O LabVIEW é uma linguagem de programação gráfica feita pela empresa National Instruments. Ele é a base da construção que facilita a implementação do projeto devido a sua natureza intuitiva a qual é baseada em blocos gráficos.

O uso do LabVIEW se mostrou significativo pois unificou e organizou as partes de forma a ter viabilizado o desenvolvimento do projeto, além de ter sido importante para a montagem da interface como mostrado na figura 5.

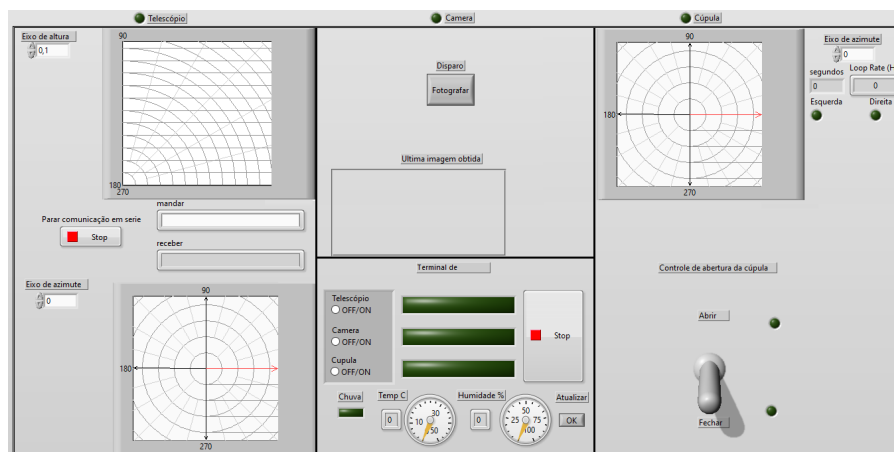


Figura 5: Interface do projeto.

Um recurso conhecido como *Case structure* do LabView foi utilizado para se evitarem possíveis conflitos dentro do código de programação. Esse recurso possibilitou a diminuição da quantidade de códigos rodados por vez, em que um deles era iniciado caso certa ação fosse feita no programa. Na interface do programa é possível ver quatro partes, três de controle e uma de "status", nesta última foi ligado o sensor de chuva, o de umidade e o de temperatura além de estarem projetadas três barras verdes que indicam qual parte do projeto está sendo usada naquele momento. Pelo fato do LabView não possuir suporte direto ao sensor utilizado DHT11, foi necessário fazer uso de um recurso próprio do LINX conhecido como *custom codes*. Paralelamente a isso também há o recurso de *STOP* que desliga a execução do projeto.

VI. CÚPULA

O controle da cúpula se dá com o uso de relés junto a placa Arduino Mega permitindo assim o controle pelo LabVIEW. Cada pino do Arduino controla um eixo do motor de forma isolada possibilitando a movimentação tanto do sentido azimutal como na abertura e fechamento da cúpula. Os relés, ilustrados na figura 6, foram essenciais para a construção do projeto, pois somente com eles é possível transformar a baixa voltagem do Arduino para a alta voltagem que os motores necessitam.



Figura 6: Relés utilizados para o controle da cúpula [13].

Foram adicionados na montagem leds que auxiliaram na identificação da parte do circuito que era ativada em determinado momento. Para a demonstração do movimento da cúpula foi necessário um tipo de comando diferente do habitual. Para tanto, foi feito uso de um plano de coordenadas cilíndricas mostrado na figura 7 ligado a uma série de comandos de cálculo para transformar a mudança de posição da semi-reta em tempo de sinal, isso se deu através de um código programando pelo LabVIEW.

Para exemplificar a mudança de posição da semi-reta em tempo de sinal considera-se uma situação onde se busca avançar inicialmente 45° no sentido anti-horário partindo do zero. Na caixa de entrada de comandos é posto 45° e se espera o tempo necessário para a cúpula chegar nesta posição. Buscando-se colocar a cúpula em uma nova posição de 60° , é lançado este valor na caixa de comandos, e em seguida a cúpula, ao invés de avançar 60° , ficando em 105° , irá determinar a diferença da posição nova pela antiga e mandará um sinal para avançar 15° . Esse cálculo pode ser feito através da expressão a seguir: $\gamma = \beta - \alpha$

onde,

γ = giro efetivo do motor em graus;

β = novo ângulo;

α = ângulo anterior começando por zero.

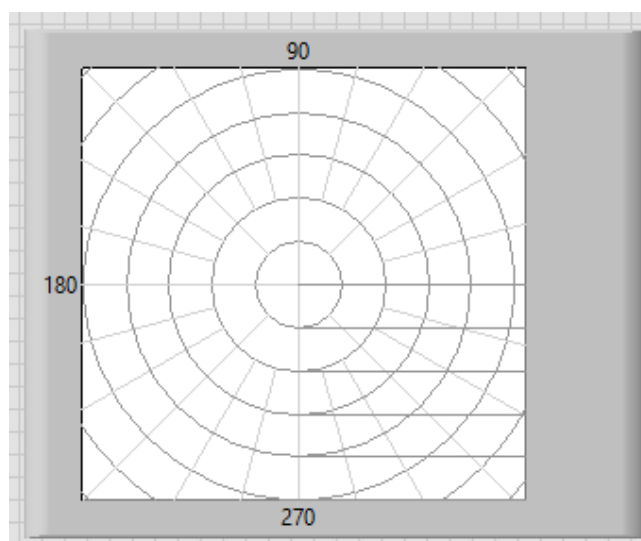


Figura 7: Plano de coordenadas cilíndricas.

Em relação a abertura e fechamento da cúpula um dispositivo de interrupção foi testado em um circuito externo isolado. Quando o dispositivo é acionado envia sinais que possibilitarão a abertura e o fechamento da cúpula. O próprio sistema de gatilho da cúpula garante que os motores não sobrecarreguem.

VII. CÂMERA

Para construção do protótipo e realização dos testes utilizou-se uma câmera do modelo Atik 16 HR, representada na figura 8. As fotos geradas por esse dispositivo foram salvas no formato ".fif" em um espaço pré-definido (esse formato se apresentou o mais adequado para conjuntos maiores de dados).



Figura 8: Câmera Atik 16 HR.

O controle da câmera se baseia no uso do *software* Ártemis [14], com interface apresentada pela figura 9. Essa plataforma é a única compatível atualmente com o modelo de câmera utilizada.

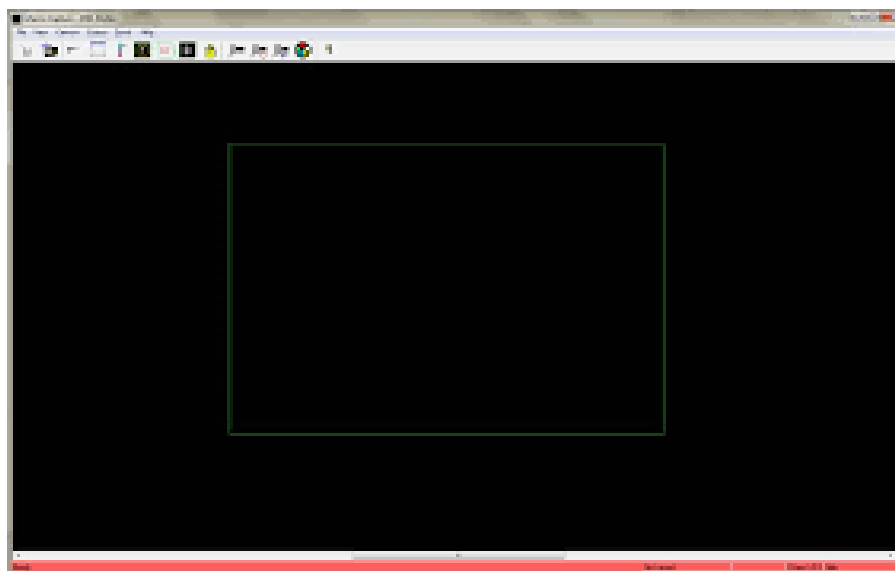


Figura 9: Interface do Ártemis.

O Ártemis não possui um suporte de automatização ou de comandos com o LabVIEW e portanto foi necessário o uso de um *software* externo para fazer esse controle, conhecido como Macro Recorder. O Macro Recorder permite fazer uma série de ações pré-programadas, sendo uma delas a gravação dos comandos do Ártemis com o intuito de ativá-los pelo Labview assim possibilitando a comunicação Ártemis-Labview [15].

VIII. TELESCÓPIO

O controle do telescópio se fundamenta em uma funcionalidade do LabVIEW que é a de mandar comandos em série. Com o uso desse recurso foi possível fazer uma interface capaz de mandar os códigos para o telescópio, onde a partir disso se fez o controle do mesmo usando como base os comandos integrados pela própria empresa criadora do telescópio, a Meade Instruments Corporation. Por não ter a disposição um cabo de conversão entre os sinais de DB9 para RJ11 foi necessário construir um conversor para que os controles funcionassem, que é apresentado na figura 10 e 11.

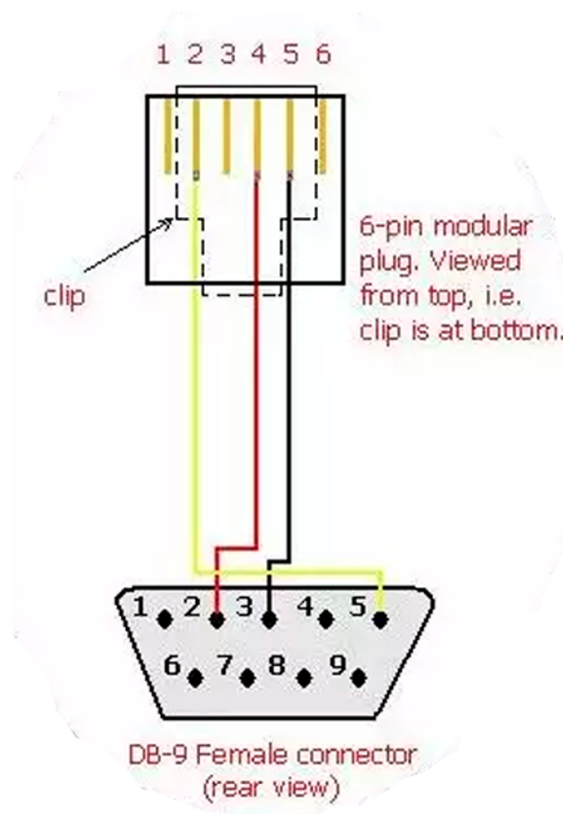


Figura 10: Esquema usado para converter o sinal.



Figura 11: Entrada de sinal do telescópio.

Foi implementado um sistema azimutal e de angulação vertical para poder demonstrar em qual posição o telescópio está no momento de uso, bastante semelhante com o sistema implantado na cúpula, indicado na figura 7 na seção VI.

IX. CONTROLE À DISTÂNCIA

O controle à distancia se estrutura no uso de um *software* conhecido como TeamViewer, que é um programa de conexão externa, mostrado na figura 12. Com ele e por meio de um servidor privado se tornou possível manipular o computador que efetivamente controla todo o sistema.

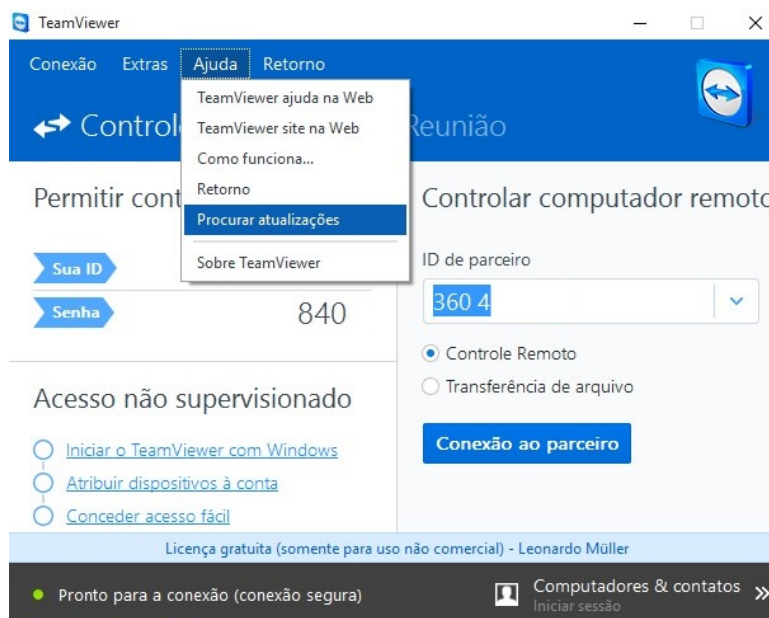


Figura 12: Interface do TeamViewer.

Mesmo o LabVIEW possuindo a mesma funcionalidade de uma forma mais eficaz em comparação ao TeamViewer, foi necessário uso do último pois representava mais segurança para a rede da universidade.

X. RESULTADOS

Sobre as conclusões e experiências conquistadas a partir das diferenças técnicas entre planejamento inicial e a efetiva produção do projeto, destaca-se a dificuldade de otimização do código no LabVIEW, por conta de sua complexidade, assim como a necessidade da construção de um conversor de dados para a comunicação com o telescópio.

No mais, o desenvolvimento do projeto mostrou-se consistente em relação ao planejado, não demonstrando muitos problemas além daqueles apresentados neste texto.

Como parte final do projeto entende-se que este artigo se propõe a ser somente um guia para futura implementação e mesmo com toda a testagem, sua funcionalidade não se garante a mesma em observatórios diferentes do Luiz Cruls.

XI. AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Ma. Lorena do Carmo Jesus por ter auxiliado e aconselhado em todos os estágios da confecção deste artigo como também ter sido uma grande inspiração profissional.

Agradecemos ao CNPq, CAPES e FAPDF pelo apoio financeiro.

Agradecemos ao Instituto de Física da UnB e ao professor Dr. José Leonardo Ferreira por oferecerem o espaço físico para a pesquisa e ao Dr. Thyrso Villela Neto por propor a construção do observatório.

Por fim, notificamos que o coautor Ivan Soares Ferreira infelizmente faleceu durante a produção deste artigo. Esperamos que este trabalho contribua para o seu legado como cientista e amigo.

REFERÊNCIAS

- [1] EVANS, James. *The History and Practice of Ancient Astronomy*. Nova York: Oxford University Press, 1998.
- [2] DE SOUZA OLIVEIRA FILHO, Kepler; SARAIVA, Maria de Fátima Oliveira. *Astronomia e Astrofísica*. 3ª Edição. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2013.
- [3] HELDEN, Albert Van; WINKLER, Mary G. *Representing the heavens: Galileo and visual astronomy. Representing the heavens*, v. 83, n. 2, p. 195, 1992. Disponível em: <https://www.journals.uchicago.edu/doi/pdf/10.1086/356110>. Acesso em: 25 jun 2021.
- [4] WATTLES, Jackie. *Colonizing Mars could be dangerous and ridiculously expensive. Elon Musk wants to do it anyway*, [On-line]. 2020. Disponibilidade: <https://edition.cnn.com/2020/09/08/tech/spacex-mars-profit-scen/index.html>. Acesso. 25 jun 2021.
- [5] TOSAR, Borja. *Asteroid Mining: A New Space Race.*, [On-line]. 2020. Disponibilidade: <https://www.bbvaopenmind.com/en/science/physics/asteroid-mining-a-new-space-race/>. Acesso. 25 jun 2021.
- [6] GOMEZ, Edward. *Why Put Telescopes at the Top of Mountains and Other Strange Places?*, [On-line]. 2019. Disponibilidade: <https://kids.frontiersin.org/article/10.3389/frym.2019.00090>. Acesso. 25 jun 2021.
- [7] CRULS, Luiz. *Comissão Exploradora do Planalto Central do Brasil*, [On-line]. 1893. Disponibilidade: <http://www2.senado.leg.br/bdsf/handle/id/182932>. Acesso. 25 jun 2021.
- [8] FERREIRA, José. *Histórico do Observatório Astronômico da Universidade de Brasília*, [On-line]. 2020. Disponibilidade: https://www.fis.unb.br/observatorio/index.php?option=com_content&view=article&id=196&Itemid=305. Acesso. 25 jun 2021.
- [9] OVERBYE, Dennis. *Extremely Large, Extremely Expensive: The Race for the Next Giant Telescopes*, [On-line]. 2018. Disponibilidade: <https://www.nytimes.com/2018/06/11/science/thirty-meter-telescopes-costs.html>. Acesso. 25 jun 2021.
- [10] Felix, Mateus. *Observatório Astronômico da Universidade de Brasília*, [On-line]. 2017. Disponibilidade: https://www.google.com/maps/uv?pb=!1s0x935a286fd9bec0d9%3A0xfb010d11ba7af330!3m1!7e115!4shhttps%3A%2F%2F1h5.googleusercontent.com%2Fp%2FAF1QipMG-rBLEtGMDj6ivWU_sHHZemensFqbD_rBPZXJ%3Dw160-h160-k-no!5sobservat%C3%B3rio%20Luiz%20Cruls%20-%20Pesquisa%20Google!15sCgIgAQ&imagekey=!1e10!2sAF1QipMG-rBLEtGMDj6ivWU_sHHZemensFqbD_rBPZXJ&hl=pt-BR&sa=X&ved=2ahUKEw1j7MD0hrTxAhVppZUCHTU_Ad8QoiowE3oECDIQAw. Acesso. 25 jun 2021.
- [11] TRUCHARD, Jame. *What Is LabVIEW?*, [On-line]. 2021. Disponibilidade: <https://www.ni.com/pt-br/shop/labview.html>. Acesso. 25 jun 2021.
- [12] National Instruments. *LINX: Interface com plataformas comuns incorporadas*, [On-line]. 2021. Disponibilidade: <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/pt/nid/212478>. Acesso. 25 jun 2021.

- [13] ELETROGATE. *Módulo Relé 2 Canais 5v com Optoacoplador*, [On-line]. 2021. Disponibilidade: <https://www.eletrogate.com/modulo-rele-2-canais-5v>. Acesso. 25 jun 2021.
 - [14] ATIK. *Artemis Capture*, [On-line]. 2014. Disponibilidade: https://nimax-img.de/Produktdownloads/46419_2_ArtemisCapture.pdf. Acesso. 25 jun 2021.
 - [15] MACRORECORDER. *Record mouse and keyboard actions for infinite replay...*, [On-line]. 2021. Disponibilidade: <https://www.macrorecorder.com/>. Acesso. 25 jun 2021.
-



INVESTIGAÇÃO E TDIC NO ENSINO E NA APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS: RELATO DE UMA OFICINA ACERCA DA RELAÇÃO ENTRE VIDA, PIGMENTOS E DNA DE PLANTAS

Research and TDIC in science teaching and learning: report from a workshop about the relationship between life, pigments and plant DNA

JANAINA Q.B.M¹, OLAVO L.S.F.², MARCELLO FERREIRA², MICHELLE GUITTON COTTA³

¹Colégio Estadual da Polícia Militar de Goiás (Unidade Vasco)

²Instituto de Física, Universidade de Brasília (UnB)

³3 Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal (SEEDF)

Resumo

O método expositivo é sabidamente prevalente na educação básica no Brasil. Entretanto, há alternativas a essa abordagem, como as tecnologias da educação conhecidas como metodologias ativas, das quais o ensino por investigação é um exemplo. Diante do desafio mundial de distanciamento social consequente da pandemia de Covid-19, tornou-se realidade o ensino remoto ou híbrido, em caráter contingente e emergencial, o que representou dificuldades e oportunidades de refletir, implementar e avaliar o ensino por investigação no contexto da aplicação das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC). Este trabalho é um relato de uma oficina assim inspirada, ocorrida no formato remoto, em ambiente Moodle e com o uso de TDIC, com a aplicação do método investigativo para o ensino do tema Vida: DNA e pigmentos, voltada para estudantes dos últimos anos do Ensino Fundamental II e estudantes de Ensino Médio. A oficina se deu no formato de uma Sequência Didática com momentos de exposição de situações problema, realização de experimentos e relato e discussão dos resultados como sistematização. Ao final, observou-se que a metodologia empregada proporcionou aprendizagens efetivas acerca da relação entre vida e DNA, além de melhorias nas habilidades dos estudantes em colher, interpretar, analisar e ressignificar dados em processos instrucionais investigativos.

Palavras-chave: Oficina. Investigação. TDIC. DNA.

Abstract

The expository method is known to be prevalent in basic education in Brazil. However, there are alternatives to this approach, such as educational technologies known as active methodologies, of which teaching by inquiry is an example. Faced with the global challenge of social distancing resulting from the Covid-19 pandemic, remote or hybrid teaching became a reality, on a contingent and emergency basis, which represented difficulties and opportunities to reflect, implement and evaluate research teaching in the context of application of digital information and communication technologies (TDIC). This work is an account of a workshop inspired by this, held in remote format, in a Moodle environment and with the use of TDIC, with the application of the investigative method for teaching the theme Life: DNA and pigments, aimed at students in the last years of the Elementary School II and High School students. The workshop took place in the format of a Didactic Sequence with moments of exposition of problem situations, carrying out experiments and reporting and discussion of results as systematization. In the end, it was observed that the methodology used provided effective learning about the relationship between life and DNA, in addition to improvements in students' abilities to collect, interpret, analyze and reframe data in investigative instructional processes.

Keywords: Workshop. Inquired Based Learning. DNA.

I. INTRODUÇÃO

O ensino predominante na educação básica brasileira constituiu-se após a revolução industrial e estruturou-se em pedagogias expositivas, isto é, aquelas em que se transmite, em narrativa oral e/ou escrita, conteúdos previamente estruturados e sequenciados pelos sistemas ou instituições de ensino, usualmente dispostos num currículo oficial e em materiais didáticos indicados. Pode-se defini-lo como aquele em que o professor desenvolve oralmente um assunto, apresentando todos os tópicos estruturantes de um recorte específico do conhecimento, isto é, a informação de partida, a organização do raciocínio e o resultado da relação cognoscente (FERRO, 1999). Nele, é o professor que domina os conteúdos logicamente organizados e estruturados para serem transmitidos aos estudantes; ênfase, portanto, está no errático pressuposto da transmissão dos conhecimentos (MIZUKAMI, 1986; SAVIANI, 1991).

Essa abordagem, evidenciada inviável por referenciais teóricos cognitivistas e humanistas (MOREIRA, 2011), implica que o estudante assuma, como regra, uma atitude de passividade, além de não ter protagonismo algum na pretensa construção do conhecimento¹. Na escola tradicional, o conhecimento humano possui um caráter cumulativo, que deve ser adquirido pelo indivíduo pela transmissão dos conhecimentos a ser realizada na instituição escolar (MIZUKAMI, 1986). O apriorismo do professor e a receptividade acrítica do seu interlocutor nesse tipo de metodologia instrucional é precisamente o que Freire (1970) concebeu como

¹Veja-se que a ideia de construção é aqui tomada lato sensu, sem referência específica à corrente de pensamento construtivista, da qual, no campo do desenvolvimento, Vygotsky é o representante mais célebre. A perspectiva adotada aqui se associa à ideia de encadeamento produtivo de conhecimentos, com participação ativa dos sujeitos, e não propriamente as derivações havidas de uma relação mais estruturada entre pensamento, linguagem e construção social de conceitos. A esse respeito, ver Vygotsky (1988) e Moreira (2011).

educação bancária, numa referência metonímica a uma relação de aprendizagem por acúmulo e depósito unidirecional².

É sabido que algumas funções são importantes para o processo de aprendizagem, como a atenção, memória e as emoções. De fato,

[...] o trabalho do educador pode ser mais significativo e eficiente quando ele conhece o funcionamento cerebral. Conhecer a organização e as funções do cérebro, os processos receptivos, os mecanismos da linguagem, da atenção e da memória, as relações entre cognição, emoção, motivação e desempenho, as dificuldades de aprendizagem e as intervenções a elas relacionadas contribui para o cotidiano do educador na escola (COSENZA; GUERRA, 2011, p. 143).

Nesse sentido, o educador contemporâneo, consciente de seu papel como mediador no processo de aprender, deve entender como funcionam funções como consciência, linguagem, emoções, estímulos e aprendizagem (SIMÕES; ECCO; NOGARO, 2015) No campo das ciências da natureza, isso se evidencia de forma ainda mais contundente. Já desde há muito tempo que se reconhece que os seres humanos nascem, em sentido lato, minicientistas, curiosos e sedentos pelo conhecimento de forma nata³, mas, dentre outras razões, é a própria escola⁴, com a adoção predominante do método expositivo e com a precariedade de interlocução epistêmica e intrasujeitos, tendo por base suas próprias formas comunicativas, que produz apatia e desinteresse nos processos de ensino e aprendizagem. Teorias psicológicas cognitivistas, dentre outras, já mostraram sobejamente que o interesse é elemento fundamental para que a aprendizagem se concretize (AUSUBEL, 2003; MOREIRA, 2011).

O estudante inicia seu percurso na escola com curiosidade e interesse, mas evolui, de modo geral, apático, pouco interessado, com baixa participação e adesão aos processos de ensino e aprendizagem. A razão disso parece ser a tendência, no modelo brasileiro, de migrar de um ensino por descoberta e investigação, multidisciplinar, menos preocupado com o formalismo e mais atento ao fenômeno e suas consequências, para outro, eminentemente expositivo, caracterizado, precisamente, pelo cumprimento de um regime de metas educacionais pautadas em habilidades e conhecimentos disciplinadas não pela natureza das ciências, não pela organização interdisciplinar das áreas do conhecimento, não pela significatividade das problemáticas, mas pela estruturação burocrática do currículo e das

²Em tempos de absoluta digitalização do sistema bancário, bem como de fluidez e virtualização do capital, refletido em investimentos em fundos e bolsas de valores e até mesmo em criptomoedas, a ideia de depósito bancário como a alocação de valores monetários em espécie vai se tornando anacrônica, embora ainda sustente, analogicamente, uma ideia de caixa-forte que protagoniza a crítica sobre sistemas pouco interativos (ou não biunívocos) de ensino e aprendizagem.

³Todos os homens têm, por natureza, o desejo de conhecer (ARISTÓTELES, 1973).

⁴Toma-se, aqui, a ideia de escola não como a instituição escolar, em particular, uma estrutura arquitetônica e local, à qual se atribuiria a responsabilidade total pela qualidade do ensino que ministra, mas como instituição de Estado, objeto do vasto ciclo de políticas públicas educacionais, de fomento, infraestrutura, projeto pedagógico e currículo, além da participação de uma comunidade de professores, funcionários, familiares e estudantes, e, portanto, um espaço complexo e multifacetado, cuja efetividade e qualidade só se podem mensurar em análise social multivariada.

demandas dos exames de aferição que pautam políticas, fomento e, por que não dizer, autopercepções e capacidades de professores, estudantes e sistemas de ensino.

A adoção da metodologia ativa do ensino por investigação pode significar uma importante reação a esse modelo. Uma vez que reposiciona intencionalidades, protagonismos e pretensas evidências, tem a capacidade de suscitar maior envolvimento e adesão dos estudantes ao processo de aprendizagem. Os princípios e as noções pedagógicas acerca do que se convencionou tratar por metodologias ativas não são rigorosamente consensuais entre os especialistas, mas comungam de perspectivas que perpassam: a) a flexibilidade pedagógica, no sentido de adequação dos tempos e espaços escolares ao contexto, a experiências e a interesses dos envolvidos; b) rupturas com lógicas instrucionais pautadas na narrativa e na hierarquização entre professores e estudantes; c) diversificação de objetivos e métodos instrucionais; e, sobretudo, d) estabelecimento de um percurso de desenvolvimento de conhecimentos que envolva uma relação ativa e produtiva dos estudantes com os conhecimentos que objetam. Tais perspectivas subsistem na mediação e direção do professor, com clareza de propósitos, questões, meios, instrumentos e indicadores, com uma ruptura paradigmática em relação ao resultado, que se desloca de uma posição determinística e passa a incorrer no domínio da interpretação e da ressignificação, sempre com referência e coerência ao estatuto da ciência de que se origina (BERGMANN; SAMS, 2014; TALBERT, 2017; OLIVEIRA; SILVA, 2018; OLIVEIRA, 2020).

Entretanto, a questão envolvendo apenas o modo de desenvolvimento dos conteúdos não é o único problema existente nos processos de ensino e aprendizagem. Como pontua Carvalho (2013, p. 1):

Desde meados do século XX a educação sofre câmbios significativos, seguindo bem de perto as modificações ocorridas em nossa sociedade. A escola, com a finalidade de levar os estudantes da geração atual a conhecer o que já foi historicamente produzido pelas gerações anteriores, também foi atingida por tais mudanças sociais. Durante muitos anos esses conhecimentos, pensados como produtos finais, foram transmitidos de maneira direta pela exposição do professor. Transmitiam-se os conceitos, as leis, as fórmulas. Os estudantes replicavam as experiências e decoravam os nomes dos cientistas.

O estudante do século XXI está imerso em uma cultura digital, marcada pela hiperconectividade, pela aprendizagem em redes e coletivamente (LÉVY, 1993; FERREIRA et al., 2020a). Trata-se de uma geração com amplo acesso à internet e a informações de todo o mundo; com familiaridade às tecnologias digitais da informação e comunicação (TDIC) e com destreza no manejo de recursos eletrônicos. Foi denominada Geração Z por zapear dispositivos e redes de comunicação simultaneamente (FERREIRA et al., 2020b). Nesse sentido, a escola precisa se modificar para receber e integrar esses novos estudantes que são multitarefa (ABREU; MARAVALHAS, 2015).

Pela internet e por aparelhos eletrônicos, como os smartphones, os estudantes têm acesso a jogos, vídeos e desafios que envolvem cor, som, imagem, movimento, capazes de gerar forte adesão em geral e, em particular, aos processos de ensino e aprendizagem, se

adequadamente utilizados. De fato, para eles não existem fronteiras, os amigos virtuais estão espalhados pelo mundo, através das redes sociais (BORGES; SILVA, 2013, p. 81).

O uso didático-pedagógico das TDIC exerce um papel cada vez mais importante na forma de comunicar, aprender, vivenciar e motivar professores e estudantes para o desenvolvimento de conhecimentos escolares. No ensino, visam integrar espaços e tempos, possibilitando que o ensinar e o aprender aconteçam numa interligação simbiótica de dois mundos, ou espaços, físicos e digitais (SILVA, 2017). Um desafio primário é o de equipar essas tecnologias efetivamente, de forma a atender aos interesses dos aprendizes e da grande comunidade de ensino e aprendizagem, contribuindo para o acesso universal, a equidade e a qualidade educacionais, para o desenvolvimento profissional de professores, bem como para a melhoria da gestão escolar, em articulação a uma clara noção da função social da educação e no bojo de suas respectivas políticas.

Nesse sentido, Martins, Horta e Mata (2004) argumentam que a falta de suporte técnico nos laboratórios de informática, espaço físico inadequado, falta de professores capacitados para utilização destes recursos, problemas de rede, uso indevido dos computadores, dentre outros fatores, inviabilizam a utilização dos espaços de aprendizagem por meio dos recursos tecnológicos. A contingência da demanda de espaços e profissionais especializados para uso pedagógico de TDIC tem se evidenciado outra, a da composição de comunidades investigativas (com referenciamento teórico-metodológico, planejamento e avaliação), uma vez que há inúmeros aplicativos que não dependem de recursos sofisticados, a exemplo de smartphones, e que apresentam baixíssimo uso de dados⁵. Mesmo em um momento histórico de demanda, investimento e uso massivo de tecnologias digitais na educação, assiste-se à manutenção de práticas pedagógicas expositivas e de suas adaptações para, como se queira denominar, modelos a distância, remotos, não-presenciais ou híbridos. Esse dado reforça a demanda por formação, pesquisa e desenvolvimento entre centros de pesquisa, escolas de educação básica e sua comunidade (gestores, professores, estudantes e familiares).

É nesse estado de coisas que se ambienta a investigação relatada neste texto, uma oficina de ensino de ciências da natureza, estruturada numa sequência didática na temática do DNA, ocorrida no mês de maio do ano de 2021 no formato remoto, em ambiente Moodle e com o uso de TDIC, com a aplicação do método investigativo para o ensino do tema Vida (DNA e pigmentos), voltada para estudantes dos últimos anos do Ensino Fundamental II e do Ensino Médio. Ela se baseou na realização de experimentos de baixo custo, desenvolvidos remotamente, pelos estudantes e estudantes. A proposição fundamentada e descrita a seguir considerou objetivos de aprendizagem relacionados à disposição curricular dos temas abordados, priorizando acesso, democracia e inclusão.

II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O ensino de ciências por investigação visa desenvolver autonomia, relação ativa com o conhecimento, capacidade de crítica e ressignificação de conhecimentos, a partir de uma

⁵Pode-se citar, por exemplo, softwares de medição que usam o celular, como o *Tracker*, aplicativos de mensagens, como o *WhatsApp*, redes sociais, como o *Instagram*, dentre outros, cada qual com sua usabilidade e utilidade específicas.

relação construtiva com os fenômenos científicos e suas implicações sociais, tecnológicas e culturais (PIETROCOLA, 2001; VIIRI; SAVINAINEN, 2008; CARVALHO, 2010; 2013; BELUCCO; CARVALHO, 2014).

O ensino e a aprendizagem por investigação aproximam o estudante ao processo de observação, manipulação de materiais de laboratório e experimentação, envolvendo atividades investigativas que incitam uma maior motivação e estímulo para refletir, discutir, explicar e relatar o objeto de tal investigação (TRIVELATO; TONINDADEL, 2015). Nesse ínterim, [...] é possível a vivência e a aprendizagem de diferentes procedimentos [...] quando os discentes são expostos aos] princípios operativos dos equipamentos, aparelhos, sistemas e processos de natureza tecnológica, especialmente aqueles presentes na vida doméstica e social dos estudantes [...] (BRASIL, 1998, p. 79).

Assim, diferentemente do método expositivo, em que os experimentos, quando existentes, são de caráter demonstrativo, na metodologia investigativa há uma valorização da problematização inicial, ou seja, da mobilização de um problema com significado contextual. Trabalhos de Vygotsky sobre as relações entre pensamento, linguagem e formação social dos conceitos e de Piaget sobre períodos de aprendizagem e relações produtivas sobre o que se pode aprender e como esse conhecimento pode ser sistematizado (VYGOTSKY, 1988; PIAGET, 1975) discutem como os conhecimentos são construídos individual e socialmente. De fato, a proposição de um problema para que os estudantes possam resolvê-lo sob direção do professor é um movimento concreto para prover condições autônomas para raciocinar e construir seu conhecimento (CARVALHO et al., 2013).

Procedimentos Metodológicos: concepção, desenvolvimento e avaliação de oficina investigativa acerca da relação entre vida, pigmentos e DNA de plantas O relato aqui desenvolvido é fruto de um conjunto de oficinas realizadas na Universidade de Brasília (UnB), entre os dias 05 e 16 de maio de 2021, no âmbito do curso de pós-graduação lato sensu (especialização) em Ensino de Ciências⁶, que utilizou o Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) Moodle⁷, tendo como público alvo estudantes dos anos finais do Ensino Fundamental e do Ensino Médio. No total, 17 estudantes participaram da primeira etapa; 11, da segunda; e 8, de ambas. Todos advieram de diversas escolas, de modo geral públicas, de Brasília e de outros estados, sobretudo São Paulo.

Foram, ao todo, disponibilizadas 22 oficinas gratuitas, que contaram com chamada pública e um período de inscrição (on-line) por meio de site específico, em que era necessária a anuência de um responsável, com o preenchimento de CPF e consequente consentimento. A seleção ocorreu sob critério da ordem de inscrição, com limite de 80 participantes.

A oficina da qual este trabalho se origina, intitulada Vida, tinha por objetivo ensinar os temas ácido desoxirribonucleico (DNA) e pigmentos de plantas, com enfoque na extração das moléculas, no sentido de apresentar sua importância e significado no contexto da reação de fotossíntese, a partir do uso do método de ensino por investigação e utilização das TDIC como recurso pedagógico. O ponto mais importante era propiciar condições

⁶Trata-se do curso de Especialização em Ensino de Ciências denominado Ciência é 10, ofertado por uma rede de instituições públicas de ensino superior, sob coordenação e fomento da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), no âmbito do Programa Ciência na Escola. Para conhecer mais sobre a iniciativa (projeto pedagógico, instituições ofertantes, referenciais e metodologias), consultar <<https://www.gov.br/capes/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/educacao-a-distancia/uab/mais-sobre-o-sistema-uab/cursos-nacionais-do-sistema-universidade-aberta-do-brasil/ciencia-e-10>>

investigativas para que os estudantes refletissem que esse código genético que está presente em todo ser vivo é algo palpável, observável, alternativamente à abordagem hermética usual nos relativos livros didáticos. Os pigmentos, por sua vez, foram clorofila, xantofila e antocianinas, extraídos pelos estudantes de folhas e flores.

As atividades foram realizadas durante duas semanas, nas quais a professora esteve disponível diariamente, tanto pelo AVA, quanto pelo Direct do seu perfil do Instagram. O uso do AVA se mostrou importante por ser aglutinador das discussões que se desenvolveram ao longo dos trabalhos em um ambiente de caráter mais escolar e com funcionalidade precípua de um Fórum, mecanismo utilizado nessa modalidade. Já o uso do Direct possibilitou um acesso mais direto à professora permitindo a resolução de situações específicas dos estudantes.

Para a concretização da oficina, foi proposta uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI), que:

[...] deve ter algumas atividades-chaves: na maioria das vezes a SEI inicia-se por um problema, experimental ou teórico, contextualizado, que introduz os estudantes no tópico desejado e dê condições para que pensem e trabalhem com as variáveis relevantes do fenômeno científico central do conteúdo programático. É preciso, após a resolução do problema, uma atividade de sistematização do conhecimento construído pelos estudantes. Essa sistematização é feita preferivelmente através da leitura de um texto escrito quando os estudantes podem novamente discutir, comparando o que fizeram e o que pensaram ao resolver o problema, com o relatado no texto. Uma terceira atividade importante é a que promove a contextualização do conhecimento no dia a dia dos estudantes, pois nesse momento eles podem sentir a importância da aplicação do conhecimento construído do ponto de vista social. Esta atividade também pode ser organizada para o aprofundamento do conhecimento levando, os estudantes a saberem mais sobre o assunto (CARVALHO et al., 2013, p. 7).

A atividade proposta não teve a pretensão de transformar os estudantes em cientistas, mas, de ampliar gradativamente seus conhecimentos acerca do tema e de suas concepções de ciência, além de incorporar elementos de aprendizagem e conscientização científica ou alfabetização científica que é o que acontece quando a pessoa consegue fazer conexões com o conhecimento científico e o mundo ao seu redor, despertando autonomia para a construção de conhecimentos. Para isso, foi criado um ambiente investigativo para que o estudante pudesse gradativamente desenvolver seus conhecimentos. Do ponto de vista curricular dos anos finais do Ensino Fundamental e do Ensino Médio, a oficina visou acessar as competências 1, 2, 3, 5, 6 e 8 da Base Nacional Comum Curricular BNCC (BRASIL, 2018).

A oficina contou com dois momentos de experimentação distintos. No primeiro, investigou-se o DNA por meio da extração de DNA do morango, enquanto que, no segundo, investigou-se a fotossíntese por meio da extração de pigmentos de plantas. Para tanto, no AVA, foram construídos dois módulos distintos, como mostrado na sequência didática no quadro a seguir.

Módulo	Ações	Justificativa
Introdutório	Mensagem de boas-vindas	Almejava introduzir o estudante na oficina de maneira agradável, de modo a fazê-lo sentir-se à vontade com o restante dos trabalhos. Isso é importante, pois a maioria absoluta desconhecia o AVA Moodle, além de vir de um contexto de aprendizado muito diverso daquele da aprendizagem por investigação.
	Cronograma completo da Oficina	visava apresentar ao estudante todas as etapas dos trabalhos que seriam desenvolvidos, dando a ele uma visão global da oficina. Nas conversas por web conferência com a professora buscou-se dar ao estudante uma melhor compreensão do método de ensino que seria utilizado, preparando-o para uma experiência, de modo geral, nova.
	Pesquisa sobre o perfil do cursista	Visava dar à professora uma noção razoável de características que poderiam afetar o andamento adequado da oficina. Características como gênero, cidade onde mora, se trabalha, se estuda em escola pública ou particular, idade, qual série/ano estuda, se já participou de uma Oficina Remota, qual seu hobby e em qual classe social se identifica. Os dados coletados serão apresentados mais adiante.
	Fórum de apresentação	Visava servir como treinamento para os fóruns interativos que se seguiriam como desdobramento da Oficina. Buscava promover a interação entre os estudantes, criando um ambiente de boa convivência, tratamento respeitoso e de trocas produtivas
	Atividade diagnóstica	Visava levantar os conceitos espontâneos, intuitivos ou cotidianos, que o estudante traz em sua estrutura cognitiva sobre o assunto.
Módulo 1: Experimentação e Levantamento de Hipóteses	Atividade experimental	Extração do DNA de plantas. Visava ações manipulativas realizadas pelos próprios estudantes.
	Lista de materiais	Uso de materiais de baixo custo.
	Orientações para o experimento	Fornecidas por meio de vídeo e texto, tais orientações visavam ajudar os estudantes no processo de construção do experimento.
	Fórum de Debate	Visava dar aos estudantes a oportunidade de criarem hipóteses, discutirem-nas uns dos outros, desenvolverem argumentação consistente e capacidade de autocorreção. Os estudantes foram incentivados a tirar fotos dos experimentos e enviar neste fórum.

Módulo	Ações	Justificativa
Sistematização 1	Textos sobre o assunto referente ao módulo	Visava organizar os processos de aprendizagem desencadeados na etapa anterior, lapidando conceitos, introduzindo explicações e revisitando as hipóteses dos estudantes.
	Fórum final de sistematização	Visava estabelecer uma situação de comparação com o Fórum de Debate, como forma de análise procedural da melhoria do desempenho conceitual e atitudinal dos estudantes.
Módulo 2: Experimentação e Levantamento de Hipóteses	Atividade experimental	Extração do pigmento de plantas
	Lista de materiais	Uso de materiais de baixo custo.
	Orientações para o experimento	Fornecidas por meio de vídeo e texto, tais orientações visavam ajudar os estudantes no processo de construção do experimento.
	Fórum de Debate	Visava dar aos estudantes a oportunidade de criarem hipóteses, discutirem as hipóteses uns dos outros, desenvolverem argumentação consistente e capacidade de autocorreção. Os estudantes foram incentivados a tirar fotos dos experimentos e enviar neste fórum.
Sistematização 2	Textos sobre o assunto referente ao módulo	Visava organizar os processos de aprendizagem desencadeados na etapa anterior, lapidando conceitos, introduzindo explicações e revisitando as hipóteses dos estudantes.
	Fórum final de sistematização	Visava estabelecer uma situação de comparação com o Fórum de Debate, como forma de verificação procedural da melhoria do desempenho conceitual e atitudinal dos estudantes.
Avaliação	Atividade Final	Visava, na perspectiva somativa, analisar a ocorrência e a qualidade das aprendizagens desenvolvidas.

Tabela 1: Sequência didática da oficina.

Fonte: elaboração própria (2021).

O fórum de debate pode ser considerado central oficina, pois é nele em que ocorre a interação entre os estudantes, com a supervisão da professora. Nele, os estudantes apresentaram conceitos desenvolvidos durante a fase experimental (manipulativa). Tais conceitos foram recebidos pelos seus pares (e a professora) e estendidos, contestados,

contextualizados ao longo do diálogo que se estabeleceu. Foi também neste fórum que a ação direta da professora se faz mais presente e, de fato, crucial, pois coube a ela mediar interação que garantisse diretividade, interação discursiva, ajustes conceituais e ressignificação.

A atividade final foi uma avaliação somativa, em forma de questionário, que abrangia os principais assuntos que foram desenvolvidos durante a oficina e visava avaliar o resultado final desse ciclo de aprendizagem. O questionário foi elaborado na própria plataforma Moodle e continha cinco questões objetivas sobre DNA e células (relacionadas a: se sabe o que é o DNA, quem tem DNA, onde ele fica, de que ele é formado e quais são os componentes de uma célula).

Nas figuras 1, 2 e 3, apresentamos a parte introdutória da oficina, o seu cronograma e a estrutura de uma das atividades propostas.

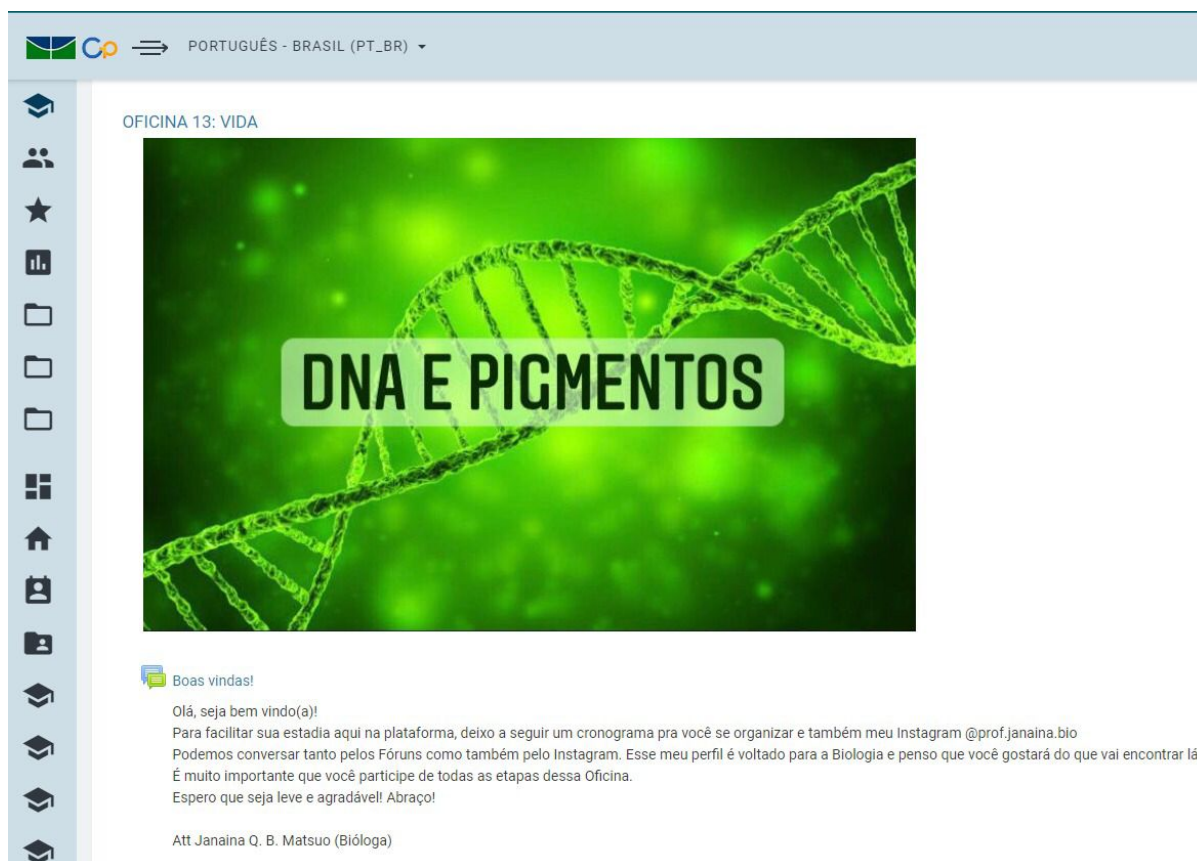
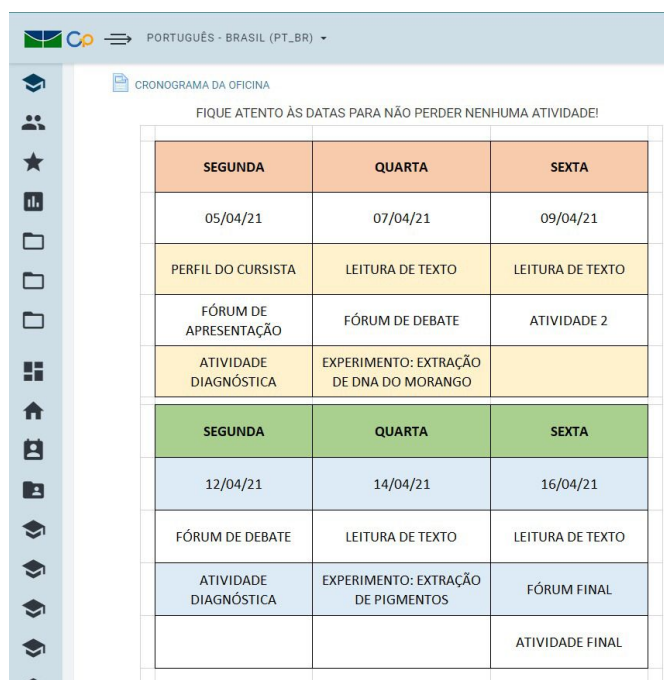


Figura 1: Introdução da oficina.
Fonte: arquivo pessoal dos autores (2021).

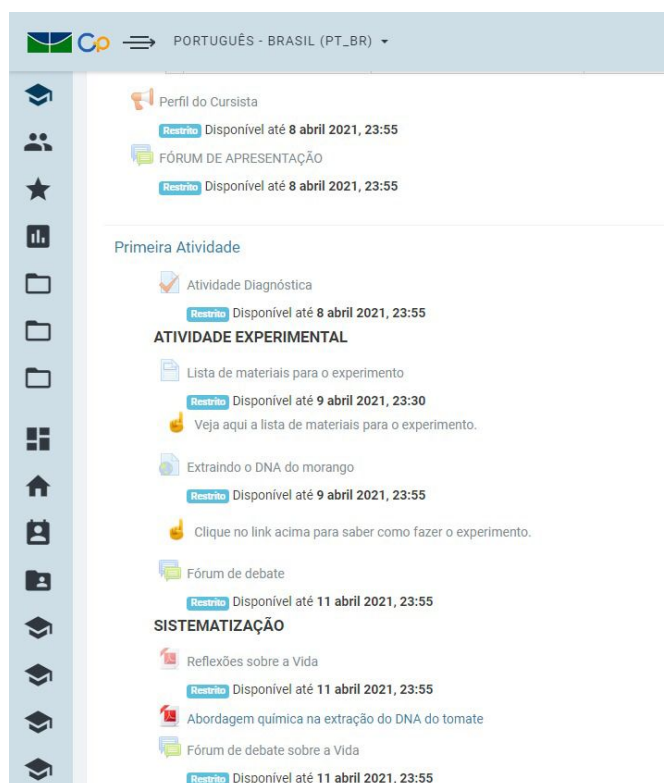


CRONOGRAMA DA OFICINA

FIQUE ATENTO ÀS DATAS PARA NÃO PERDER NENHUMA ATIVIDADE!

SEGUNDA	QUARTA	SEXTA
05/04/21	07/04/21	09/04/21
PERFIL DO CURSISTA	LEITURA DE TEXTO	LEITURA DE TEXTO
FÓRUM DE APRESENTAÇÃO	FÓRUM DE DEBATE	ATIVIDADE 2
ATIVIDADE DIAGNÓSTICA	EXPERIMENTO: EXTRAÇÃO DE DNA DO MORANGO	
SEGUNDA	QUARTA	SEXTA
12/04/21	14/04/21	16/04/21
FÓRUM DE DEBATE	LEITURA DE TEXTO	LEITURA DE TEXTO
ATIVIDADE DIAGNÓSTICA	EXPERIMENTO: EXTRAÇÃO DE PIGMENTOS	FÓRUM FINAL
		ATIVIDADE FINAL

Figura 2: Cronograma da oficina.
Fonte: arquivo pessoal dos autores (2021).



PORTUGUÊS - BRASIL (PT_BR)

Perfil do Cursista

Restrito Disponível até 8 abril 2021, 23:55

FÓRUM DE APRESENTAÇÃO

Restrito Disponível até 8 abril 2021, 23:55

Primeira Atividade

Atividade Diagnóstica

Restrito Disponível até 8 abril 2021, 23:55

ATIVIDADE EXPERIMENTAL

Lista de materiais para o experimento

Restrito Disponível até 9 abril 2021, 23:30

Veja aqui a lista de materiais para o experimento.

Extraindo o DNA do morango

Restrito Disponível até 9 abril 2021, 23:55

Clique no link acima para saber como fazer o experimento.

Fórum de debate

Restrito Disponível até 11 abril 2021, 23:55

SISTEMATIZAÇÃO

Reflexões sobre a Vida

Restrito Disponível até 11 abril 2021, 23:55

Abordagem química na extração do DNA do tomate

Fórum de debate sobre a Vida

Restrito Disponível até 11 abril 2021, 23:55

Figura 3: Estrutura da primeira atividade da oficina.
Fonte: arquivo pessoal dos autores (2021).

Na figura 3, é possível observar a estrutura geral das atividades, exemplificada na

estruturação da primeira delas.

III. RESULTADOS E ANÁLISES

Inicialmente, houve 80 estudantes inscritos de forma voluntária, independente e remota, tendo 17 deles efetivamente participado e concluído a oficina. Foi apresentada pesquisa acerca de indicadores socioeconômicos, respondida por 29 estudantes (que, efetivamente, fizeram login no sistema). Havia, naquele momento, 10 dos quais com idade entre 16 e 18 anos e 19 com idades entre 13 e 15 anos. Desse total, 24 se autodeclararam de classe média, 4 de classe baixa e 1 não respondeu ao item. Assim, o público, de modo geral, foi bastante heterogêneo em relação à idade (entre 13 e 18 anos), à faixa de renda (classes baixa e média) e ao nível de escolaridade (anos finais do ensino fundamental e ensino médio).

A despeito desse preenchimento inicial da pesquisa, número menor de estudantes participou da primeira etapa da oficina (17), enquanto apenas 11 participaram da segunda do total, 8 estudantes participaram de ambas as etapas. A grande desistência pode ser justificada por alguns motivos que foram reconhecidos pela organização do evento: foi feita uma live de apresentação das oficinas poucos dias antes de seu início e muitos estudantes relataram problemas de recebimento da confirmação das suas inscrições por e-mail, assim como de seus nomes de usuários e senhas. Também foi possível identificar problemas com a digitação equivocada, por parte dos inscritos, de seus e-mails, o que impossibilitou a comunicação com os mesmos.

Pela experiência nesse tipo de ação, é possível, ainda, aventar a hipótese de dificuldades por falta de conhecimento da tecnologia e da plataforma (a despeito da live realizada), desânimo por dificuldade de conexão, aparelho eletrônico ou espaço de estudo inadequado, distanciamento social há mais de um ano por conta da pandemia do SARS-COV-2, falta de apoio dos adultos responsáveis, dentre outros.

O formato das oficinas foi bastante desafiador para os estudantes, que não estavam acostumados com o método investigativo e estranharam serem de imediato apresentados a uma atividade manipulativa. Esse elemento, por si só, dá uma dimensão da diferença crucial entre o método expositivo em ciências da natureza (em que o experimento vem ao final, quando vem, apenas como ilustrador dos elementos expostos) e o método investigativo, que se mostra bastante aberto quanto aos caminhos a se trilhar e articula elementos manipulativos característicos de um processo que protagoniza o estudante. Isso claramente os impactou, tendo sido importante, nesta etapa, um acompanhamento próximo da professora, para mitigar ansiedades, sentimentos de esvaziamento ou de incompreensão e consequente inatividade.

Os relatos, a empolgação e a gratidão ficaram nítidos nos comentários dos fóruns, o que em parte indica a capacidade atuante, protagonista e autônoma dos estudantes diante de uma descoberta ou de um novo aprendizado.

A seguir, alguns relatos feitos no fórum que dividia a oficina pela metade e começava com a solicitação da professora pela percepção dos estudantes sobre o que havia sido feito até aquela parte:

PROFESSORA: Chegamos à metade da nossa Oficina e gostaria muito de ouvir de você o que você achou dessa primeira parte. Se possível, conte-me o que gostou, o que não gostou, o que achou legal ou não, enfim, me dê sugestões do que poderia ter sido melhor.

ESTUDANTE 1: Estou gostando bastante da oficina e não posso reclamar de nada, pois estou achando muito legal.

ESTUDANTE 2: Até agora estou gostando bastante da oficina, estou achando tudo muito interessante, estou sempre tentando acompanhar.

ESTUDANTE 3: Bom, eu achei o experimento do DNA super interessante e sobre os pigmentos também. Essas foram ótimas formas de aprendizado e compreensão.

ESTUDANTE 4: Estou gostando de como estamos trabalhando nessa oficina, não tenho reclamações. E o experimento foi muito legal de se fazer!

ESTUDANTE 5: Eu gostei bastante dessa primeira parte ainda mais da experiência com os morangos, foi bem divertido e deu pra aprender bastante.

ESTUDANTE 6: Eu gostei muito da oficina até aqui! Estou aprendendo vários conteúdos que sempre quis saber! Sobre o experimento, eu adorei fazer ele, foi muito interessante! Enfim, eu estou gostando muito da oficina!

ESTUDANTE 7: Bom dia! Eu adorei participar desse experimento e poder ver e fazer tudo isso em casa, com materiais extremamente disponíveis, essa foi a parte que mais me chamou atenção, poder realizar experimentos e ter esse tipo de experiência com algo mais simples. Adorei demais!!!

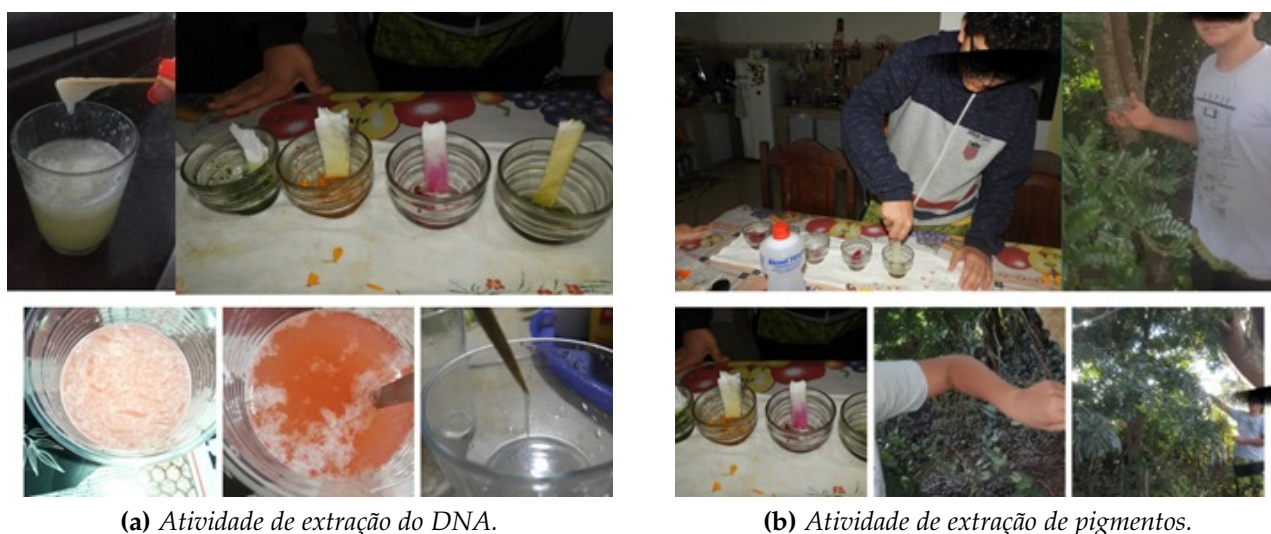
ESTUDANTE 8: Boa noite! Eu me apaixonei no experimento de ciências, eu sempre quis fazer isso, porém minha mãe sempre negava então foi um pretexto para "diminuir minha curiosidade" e a parte que mais gostei foi ter colocado dentro de tubos onde conseguir analisar por algumas horas o DNA da banana, acho que ficou bastante compreensível que eu gostei, não tenho ideia do que pode ser melhorado.

ESTUDANTE 9: Eu gostei muito da oficina, acho que o conteúdo foi muito bem elaborado e aplicado de forma divertida, interessante e simples. Também gostei muito do experimento do DNA pois foi de fácil realização e mesmo assim bem explicativo!!!

Os resultados da atividade diagnóstica foram comparados à atividade final e verificou-se a ocorrência de aprendizagem, crescimento e aprofundamento teórico-científico, de modo geral apresentados no processo de argumentação e questionamento nos fóruns finais de sistematização. Isso também pode ser concluído do fato de as questões da atividade diagnóstica terem exigido pouco conhecimento sobre o assunto e as questões da atividade final, por sua vez, exigirem mais conhecimento, e do fato de os estudantes, em sua grande maioria, conseguirem responder de forma assertiva e bem-sucedida a esta última atividade. De fato, na primeira atividade, diagnóstica, a despeito da grande generalidade das questões, dos oito estudantes que participaram de ambas as etapas, 1 tirou nota 4,0, 4 tiraram nota 4,0 e três tiraram nota 10,0. Já na avaliação final, somativa e mais complexa, já incorporando os conceitos desenvolvidos na oficina, apenas um estudante tirou nota 2,0, sendo que todos os demais tiraram 10,0.

De fato, é importante ressaltar mais uma vez que o uso dos fóruns também permitiu observar a aprendizagem na sua forma processual. De fato, analisando as colocações dos estudantes, a forma como foram se tornando mais claras, e pela realização das atividades, foi possível inferir a ocorrência de a aprendizagem atitudinal, um dos focos do ensino por investigação (CARVALHO, 2013). Isso pode ser visto analisando-se a pontualidade na apresentação das tarefas, o compromisso e o entusiasmo no envio destas, a assiduidade e envolvimento com a oficina.

Na figura 4, são apresentadas imagens enviadas pelos próprios estudantes, mostrando os procedimentos e resultados de seus experimentos. Na figura 4a, a etapa de extração do DNA; já na 4b, a etapa de extração de pigmentos.



(a) Atividade de extração do DNA.

(b) Atividade de extração de pigmentos.

Figura 4: Ações e resultados dos/das estudantes ao longo da oficina.

Fonte: arquivo pessoal dos autores (2021).

Um dos objetivos de aprendizagem da BNCC é o de que o estudante obtenha o conhecimento sobre a célula como unidade da vida, identificando o DNA e suas diversas funções e potencialidades, analisando e utilizando interpretações sobre a dinâmica da vida, considerando o fenômeno da fotossíntese como um dos fenômenos responsáveis pela manutenção da vida na Terra, uma vez que é o único responsável pela síntese de moléculas orgânicas a partir de moléculas inorgânicas. A abordagem investigativa propôs promover o protagonismo dos estudantes na aprendizagem e na aplicação de processos, práticas e procedimentos que aprofundasse e ampliasse suas reflexões a respeito dos contextos de produção e aplicação do conhecimento científico e tecnológico. Em vista das participações dos estudantes e da realização da avaliação final, foi possível verificar indícios de que tal aprendizagem ocorreu e que os objetivos mencionados anteriormente foram atingidos.

IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A investigação relatada neste texto envolve a concepção, o desenvolvimento e a avaliação de uma oficina de ensino de ciências da natureza, estruturada numa sequência didática

na temática do DNA, ocorrida no mês de maio do ano de 2021 no formato remoto, em ambiente Moodle e com o uso de TDIC, com a aplicação do método investigativo para o ensino do tema Vida (DNA e pigmentos), voltada para estudantes dos últimos anos do Ensino Fundamental II e do Ensino Médio. A ação, por sua própria constituição no formato on-line, fez uso extensivo de tecnologias digitais, que forneceram o medium necessário para o estabelecimento dos processos de dialogia precípuos da atividade investigativa. Em particular, a atividade fórum serviu como a espinha dorsal da ação.

A realização da oficina, ademais, mostrou ser viável apresentar atividades fundamentais no ensino por investigação, sem que, com isso, tenha havido perda de suas principais características, ou tampouco dos elementos motivacionais que caracterizam este ensino. Sua aplicação a estudantes das mais diferentes origens sociais, estágios de desenvolvimento intelectual e até mesmo origem geográfica mostrou, igualmente, que a ação on-line pode mesmo enriquecer esta forma de ensino. Ao envolver estudantes desde os anos finais do Ensino Fundamental até o terceiro ano do Ensino Médio, o modelo rompeu barreiras normalmente impostas pela arquitetura escolar e seus rígidos processos de serialização (FERREIRA et. al., 2020b). Tal feito permitiu que os estudantes mais avançados nos anos escolares apoiassem aqueles em estágios anteriores, enriquecendo o aprendizado de todos.

O impacto da oficina sobre a concepção de ciência dos participantes também deve ser ressaltado. De seu inicial desconforto com a apresentação, logo no início, das atividades investigativas pode-se depreender a força do método expositivo nos atuais processos de ensino. Os processos dialógicos desenvolvidos, a despeito de considerável timidez dos participantes, novamente pelo pouco exercício de tais processos, implicou em um ganho, por parte destes participantes não apenas dos conteúdos envolvidos, mas igualmente no que concerne sua percepção do que a ciência é, e de como é feita. O desconforto inicial, pois, nada mais fez do que apontar para o desvelamento, pela metodologia adotada, de uma dimensão de autonomia normalmente relegada ao segundo plano, se tanto. Desses elementos, decorreu o forte engajamento dos participantes nas atividades, a despeito de todas as dificuldades que o momento de realização da oficina encerrou.

Ficou evidenciado, portanto, que a proposição foi efetiva na mobilização de perspectivas investigativas no ensino de ciências, criando condições objetivas para o desenvolvimento de competências e habilidades de pesquisa (elaboração de hipóteses, desenvolvimento de experiências, geração e análise de dados e discussão de resultados) e aprendizagem de conceitos científicos, além de articulação de TDIC e engajamento dos participantes. Por esse conjunto de coisas, apesar das dificuldades mencionadas e da limitação do contexto de desenvolvimento (escala, ambiente, formação e experiência dos mediadores, tamanho da escala de participantes etc.), avalia-se o modelo como oportuno e potente, abrindo-se campos para desdobramentos e pesquisas complementares.

REFERÊNCIAS

ANDREATA, M. A. Aula expositiva e Paulo Freire. *Ensino Em Re-Vista*, v. 26, n. 3, p.700-724, set.-dez., 2019.

ARISTÓTELES. *Metafísica*. Livro I. São Paulo: Abril Cultural, 1973.

AUSUBEL, D. P. *Aquisição e Retenção de Conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Plátano, 2003.

BELLUCCO, A.; CARVALHO, A. M. P. Uma proposta e sequência de ensino investigativa sobre quantidade de movimento, sua conservação e as leis de Newton. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 31, n. 1, p. 30-59, abril, 2014.

BENEVIDES, R. R. T.; JUNIOR P. M. Uma proposta de ensino de química por investigação: potencialidades e desafios. *X Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las ciencias*. Sevilla, set. 2017.

BERGMANN, J.; SAMS, A. Flipped Learning: gateway to student engagement. Eugene, Oregon: *International Society for Technology in Education*, 2014.

CARVALHO, A. M. P. (Org.). *Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, A. M. P. et al. *Ensino de Física. Coleção Ideias em Ação*. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

CARVALHO, A. M. P. *O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas*. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). *Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, A. M. P., (2018) Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. *RBPEC*, v. 18, n. 3, p. 765794, dez., 2018.

DENIG, S. J. Multiple Intelligences and Learning Styles: Two Complementary Dimensions. *Teachers College Record*, n. 106, p. 96111, 2004.

FERREIRA, M.; SILVA FILHO, O. L.; COSTA, M. R. M.; PORTUGAL, K. O.; LIMA, L. M.; PÊRA, G. S.; SILVA ROCHA, J. V.; ALVES, P. L.; MINARE, H. Z.; SACERDOTE, H. C. S. Ensaio sobre as inter-relações entre arquitetura escolar, cibercultura e ensino de Ciências: desafios e propostas para as juventudes da Geração Y. *Revista do Professor de Física*, v. 4, n. 3, p. 129, 2020b.

FERREIRA, M.; SILVA FILHO, O. L.; MOREIRA, M. A.; FRANZ, G. B.; PORTUGAL, K. O.; NOGUEIRA, D. X. P. et al. Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre óptica geométrica apoiada por vídeos, aplicativos e jogos para smartphones. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 42, e20200057, 2020a.

FRANCO, L. G. (Org.) *Ensinando Biologia por Investigação: Propostas para Inovar a Ciência na Escola*. São Paulo: Na Raiz, 2021.

FREIRE, P. *Pedagogia do Oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1970.

LEFRANÇOIS, G. R. *Teorias da aprendizagem*. 5. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

LÉVY, P. *As tecnologias da inteligência O futuro do pensamento na era da informática*. São Paulo: Editora 34, 1993.

MARAVALHAS, M. R. G.; ABREU, M. L. C. *A formação docente, no contexto da TIC: atuação para inclusão*. ARTEFACTUM - Revista de estudos em Linguagens e Tecnologia, v. 10, n.1, p. 1-11, 2015.

MATOS, H. C. S. *O Uso das TCIs na Formação Continuada em Tempos De Pandemia: um Estudo Reflexivo*. Congresso Internacional de Educação e Tecnologias Encontro de Pesquisadores em Educação à Distância, Brasília, 2020.

MOREIRA, M. A. *Teorias de Aprendizagem*. São Paulo: EPU, 2011.

OLIVEIRA, A. A. *Aprendizagem invertida na educação superior: o processo de mediação pedagógica nas humanidades*. Dissertação (Mestrado Interdisciplinar em Educação, Linguagem e Tecnologias) Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2020.

OLIVEIRA, A. A.; SILVA, Y. F. Flipped Learning (Aprendizagem Invertida): conceitos, características e possibilidades. *Revista de Educação, Língua e Literatura da UEG-Inhumas*, v. 10, p. 185-201, 2018.

PIETROCOLA, M. (Org.). *Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora*. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001.

SILVA, J. B. O Contributo das Tecnologias Digitais para o Ensino Híbrido: o rompimento das fronteiras espaço-temporais historicamente estabelecidas e suas implicações no ensino. *Revista de estudos em Linguagens e Tecnologia*, v. 15, n. 2, p. 1-11, 2017.

SIMÕES, E.; ECCO, I; NOGARO, A. *Saberes da neurociência cognitiva na formação de educadores*. *Educere*, v. 12, p. 3878-3889, 2015.

TALBERT, R. *Flipped learning: a guide for higher education faculty*. Sterling: Stylus Publishing, 2017.

TEIXEIRA, F. M. Alfabetização Científica: questões para reflexão. *Ciênc. Educ (Bauru)*, v. 19, n. 4, p. 795-809, 2013.

VIIRI, J.; SAVINAINEN, A. *Teaching-learning sequences: a comparison of learning demand analysis and educational reconstruction*. *Lat. Am. J. Phys. Educ.*, v. 2, n. 2, p. 80-86, may

2008.

VYGOTSKI, L. *A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores*. São Paulo: Martins Fontes, 1988.