

doi 10.46943/X.CONEDU.2024.GT16.058

UMA APRENDIZAGEM COLABORATIVA A PARTIR DO DESENVOLVIMENTO DO DISCO DE NEWTON COM MATERIAIS DE BAIXO CUSTO

Ademar Virgolino da Silva Netto¹
Rodrigo Baldow de Souza²

RESUMO

Em uma escola no município de João Pessoa-PB, foi realizada uma oficina pedagógica na qual os estudantes desenvolveram um Disco de Newton, dispositivo que demonstra a composição da luz branca por meio da mistura aditiva de cores quando girado rapidamente. O objetivo da prática foi analisar o processo de aprendizagem dos estudantes durante a construção do Disco de Newton, utilizando materiais de baixo custo, em função das limitações financeiras da instituição. A atividade foi fundamentada na teoria da Aprendizagem Colaborativa e realizada no contexto de uma disciplina eletiva, conforme previsto nas diretrizes das escolas públicas do estado da Paraíba. No dia da atividade, os estudantes foram organizados em grupos, e cada equipe foi responsável pelo desenvolvimento de seu próprio Disco de Newton. Todos os materiais necessários foram fornecidos para a realização do experimento, sendo que uma das equipes foi filmada para a condução de uma análise videográfica. Devido a restrições orçamentárias relacionadas aos equipamentos de áudio e vídeo, apenas uma equipe foi gravada, e os diálogos foram transcritos para análise subsequente. O objetivo foi investigar se os estudantes vivenciaram um processo de Aprendizagem Colaborativa durante o desenvolvimento do protótipo. A prática demonstrou que os estudantes não apenas foram capazes de construir o experimento, como também resolveram problemas em equipe, evidenciando momentos de aprendizagem colaborativa.

Palavras-chave: Experimento, Baixo Custo, Aprendizagem Colaborativa; Ensino de Física, Disco de Newton.

1 Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, ademar@cear.ufpb.br;

2 Doutor do Curso de Ensino de Ciências da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, rodrigobaldow@gmail.com;

INTRODUÇÃO

O ensino de Física no ensino médio, especialmente em escolas com recursos limitados que é a realidade da maioria das escolas públicas, enfrenta o desafio de promover a compreensão teórica por meio de práticas experimentais significativas. Essas práticas experimentais significativas referem-se a atividades que permitem aos estudantes não apenas observar fenômenos físicos, mas também participar ativamente de todo o processo de investigação científica, desde a formulação de hipóteses até a análise crítica dos resultados obtidos. Sendo essenciais para o aprendizado dos estudantes dessa faixa etária, pois permitem a aplicação concreta dos conceitos abstratos aprendidos em sala de aula, facilitando a aprendizagem dos conhecimentos.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) reforça essa necessidade ao destacar a importância das práticas experimentais no desenvolvimento das competências gerais, como a investigação científica, a resolução de problemas e o pensamento crítico (BRASIL, 2018). Na BNCC é orientado que o ensino de ciências, incluindo a Física, deve proporcionar aos estudantes não apenas o entendimento dos conceitos, mas também a capacidade de utilizá-los em situações reais, o que é fundamental para a formação de cidadãos críticos e conscientes.

A utilização de atividades práticas com materiais de baixo custo, incluindo resíduos eletrônicos, não só se alinha com as necessidades econômicas dessas instituições, mas contribui para o desenvolvimento de competências técnicas e de sustentabilidade entre os estudantes. Essa abordagem prática pode ser importante para o engajamento dos alunos, pois oferece uma conexão direta entre a teoria e o mundo real, permitindo-lhes visualizar e manipular os conceitos estudados.

Além disso, a implementação de experimentos utilizando resíduos eletrônicos está alinhada com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da ONU BR (2015), particularmente com o ODS 4 (Educação de Qualidade), que promove uma educação inclusiva e equitativa, e o ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis), que incentiva o uso sustentável de recursos.

De acordo com o Relatório Global sobre E-waste 2024 (BALDÉ et. al., 2024), em 2022 teve-se um recorde de 62 milhões de toneladas (Mt) de lixo eletrônico que foi produzido, um aumento de 82% em relação a 2010 e a ten-

dência é aumentar mais 32%, chegando a 82 milhões de toneladas em 2030. Dados alarmantes considerando que bilhões de dólares em recursos estrategicamente valiosos foram desperdiçados e descartados e apenas 1% da demanda por elementos de terras raras é atendida pela reciclagem de lixo eletrônico.

De acordo com Balde et al (2024), em 2022, menos de um quarto (22,3%) do resíduo eletrônico foi devidamente documentada como coletado e reciclado, resultando numa perda estimada de US\$ 62 bilhões em recursos naturais recuperáveis agravando os riscos de poluição para as comunidades ao redor do mundo. Globalmente, a geração anual de resíduos eletrônicos está crescendo em 2,6 milhões de toneladas por ano, com projeções de atingir 82 milhões de toneladas até 2030, um aumento de 33% em relação ao número de 2022.

Diante desse cenário, a reutilização de resíduos eletrônicos em práticas pedagógicas não apenas reduz o desperdício, mas também busca conscientizar os estudantes e a comunidade escolar sobre a importância da reciclagem e do uso responsável dos recursos, tornando-se uma ferramenta interessante de educação ambiental e da sustentabilidade.

Algumas pesquisas (EKICI, 2016; ADOLPHUS; ADERONMU, 2013; COSTA; BARROS, 2015) mostram que os estudantes nas escolas têm tido dificuldades em aprender Física. Diante dessa situação, trabalhar essa ciência de forma prática pode contribuir no aprendizado dos alunos nas instituições educacionais. No contexto específico deste estudo, foi escolhido trabalhar com o Disco de Newton, que se justifica por sua capacidade de demonstrar de maneira tangível e interativa a composição da luz branca e a teoria das cores, conceitos fundamentais em Física óptica. O Disco de Newton, um dispositivo que exibe a mistura aditiva de cores quando girado, torna-se uma ferramenta para ilustrar a decomposição e recomposição da luz, algo que pode ser difícil de compreender apenas por meio de descrições teóricas. A simplicidade do experimento, aliada à sua abordagem conceitual, faz dele um recurso importante para ambientes educacionais com restrições orçamentárias, como o caso da escola a qual realizamos a oficina.

A escolha do Disco de Newton como experimento principal nesta oficina também foi orientada pela possibilidade de integrar materiais reciclados, reforçando o compromisso com a sustentabilidade e a conscientização ambiental. Utilizar resíduos eletrônicos não só atendeu à necessidade prática de materiais acessíveis, mas também engajou os estudantes em uma reflexão crítica sobre

o reaproveitamento de recursos, ao mesmo tempo que exploravam princípios físicos.

No trabalho de Silveira e Barthem (2016) é proposto a construção de um dispositivo inspirado no Disco de Newton, utilizando LEDs coloridos para gerar composições de cores com base na síntese aditiva e na teoria tricromática de Young-Helmholtz. A análise e a construção foram feitas de forma individual, permitindo uma avaliação detalhada dos fenômenos ópticos e uma compreensão profunda dos princípios da síntese aditiva, sem a influência de abordagens colaborativas.

Nesta mesma pesquisa foi construído um Disco de Newton como experimento para ensinar conceitos de óptica de forma prática e acessível, com materiais de baixo custo. Após a realização do experimento, um questionário foi aplicado para avaliar a compreensão dos alunos. Os resultados indicaram que a maioria dos estudantes entendeu os conceitos, respondendo corretamente e demonstrando interesse na atividade. A prática revelou-se eficaz na promoção da aprendizagem dos conteúdos ópticos (TRONCÃO et. al., 2023), neste trabalho foi evidenciando a importância do experimento indicando que aparentemente possui resultado efetivo no aprendizado do conceito, porém não foi utilizado a abordagem de uma aprendizagem colaborativa e avaliação foi a partir de questionários ao invés da observação dos questionamentos e execução realizada pelos alunos.

Por fim, a fundamentação teórica da Aprendizagem Colaborativa é central para a concepção desta prática pedagógica, uma vez que pode promover o trabalho em grupo, onde os estudantes são incentivados a compartilhar conhecimentos e habilidades para resolver problemas e construir conjuntamente o entendimento dos conceitos envolvidos. A colaboração entre pares é essencial para o desenvolvimento de habilidades sociais, como comunicação e negociação, e tem sido demonstrada como um fator positivo no desempenho acadêmico e na motivação dos estudantes. Além disso, a Aprendizagem Colaborativa prepara os alunos para os desafios do mundo real, onde o trabalho em equipe e a capacidade de lidar com diferentes perspectivas são competências fundamentais (COLLAZOS; MUÑOZ; HERNANDEZ, 2014).

O objetivo neste trabalho é investigar o impacto das práticas pedagógicas baseadas na utilização de materiais de baixo custo, incluindo resíduos eletrônicos, no ensino de Física no ensino médio. Especificamente, busca-se analisar como a construção do Disco de Newton, fundamentada na teoria da

Aprendizagem Colaborativa, contribui para o entendimento dos conceitos de óptica pelos estudantes, bem como para o desenvolvimento de habilidades sociais e de sustentabilidade. O estudo também visa avaliar a eficácia dessas práticas na promoção de uma educação inclusiva e equitativa, conforme orientado pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), e alinhada com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da ONU, particularmente os ODS 4 e 12.

APRENDIZAGEM COLABORATIVA

Torres e Irala (2014) destacam que práticas pedagógicas que utilizam a Aprendizagem Colaborativa possibilitam que os estudantes possam ter uma aprendizagem mais ativa devido essa atividade estimular o pensamento crítico, os alunos interagirem, negociarem as informações e resolverem problemas. Os autores reforçam que na Aprendizagem Colaborativa os estudantes devem assumir o compromisso com o ensino e a aprendizagem. A construção dessa aprendizagem acontece a partir da socialização dos estudantes, no momento que eles estão interagindo entre eles. O que implica em ver os alunos não como seres passivos nessas práticas pedagógicas.

Collazos, Muñoz e Hernandez (2014) elencam características que os estudantes comprometidos precisam ter durante uma prática pedagógica que trabalhe com a Aprendizagem Colaborativa. Sendo elas: 1. Responsáveis pela aprendizagem: a responsabilidade do ensinar e aprender é dos estudantes; 2. Motivados pela aprendizagem: eles precisam estar motivados a aprender; 3. Colaborativos: a aprendizagem necessita ser social de forma que eles devem escutar as ideias de seus pares; 4. Estratégicos: eles precisam estar a todo instante criando estratégias para chegar as soluções dos problemas que aparecerão. A importância do trabalho colaborativo com os estudantes é destacada por Silva e Soares (2011, p. 2) ao afirmarem que essa prática:

...exige o engajamento de todos no processo de construção do conhecimento, pois é assim que os sujeitos se desenvolvem fundamentados em uma base autônoma e crítica. Ele é constantemente incitado a colocar seu conhecimento à prova, pois necessita compartilhar seus posicionamentos e concepções para que possa ser avaliado e se avaliar no processo de construção do conhecimento.

Collazos, Muñoz e Hernandez (2014) destacam que um dos papéis que o professor necessita ter em uma atividade colaborativa é a de facilitador que determina que ele precisa ter a habilidade de ajudar os estudantes no processo de ensino e aprendizagem. Essa contribuição deve ter como propósito ajudar os estudantes a resolverem os problemas, sem dar a resposta, e a serem mais autônomos de forma a aprenderem a aprender. É importante que docente faça questionamentos que façam o estudante refletir sobre o que está fazendo a partir de perguntas como: Por quê? Qual o significado? Tem certeza que vai dar certo?

Collazos, Muñoz e Hernandez (2014) trazem pontos importantes que devem ser pensados quando se realiza uma prática pedagógica colaborativa, como: 1. As equipes devem ser formadas por pessoas heterogêneas; 2. Os grupos devem ser organizados com no máximo quatro membros; 3. As equipes não podem estar muito perto uma das outras; 4. Os estudantes do mesmo grupo precisam estar perto um dos outros; 5. O ambiente o qual a atividade será realizada deve ter um espaço para que os estudantes possam se mover podendo trocar de lugar.

Como a atividade foi realizada em equipe desenvolvendo um artefato tecnológico, é importante refletirmos sobre os benefícios de se trabalhar com esse tipo de material. Gebran (2009) destaca alguns benefícios que podem acontecer nessas práticas pedagógicas como: 1. Ela trabalha conteúdos vistos em sala de aula de uma forma prática; 2. Ela proporciona uma atividade interdisciplinar; 3. Ela possibilita uma atividade lúdica que permite que o conteúdo fique mais acessível; 4. Ela trabalha a criatividade dos estudantes; 5. Ela proporciona momentos que os estudantes vão necessitar tomar decisões; 6. Os estudantes poderão testar, verificar e ver a viabilidade dos experimentos desenvolvidos.

METODOLOGIA

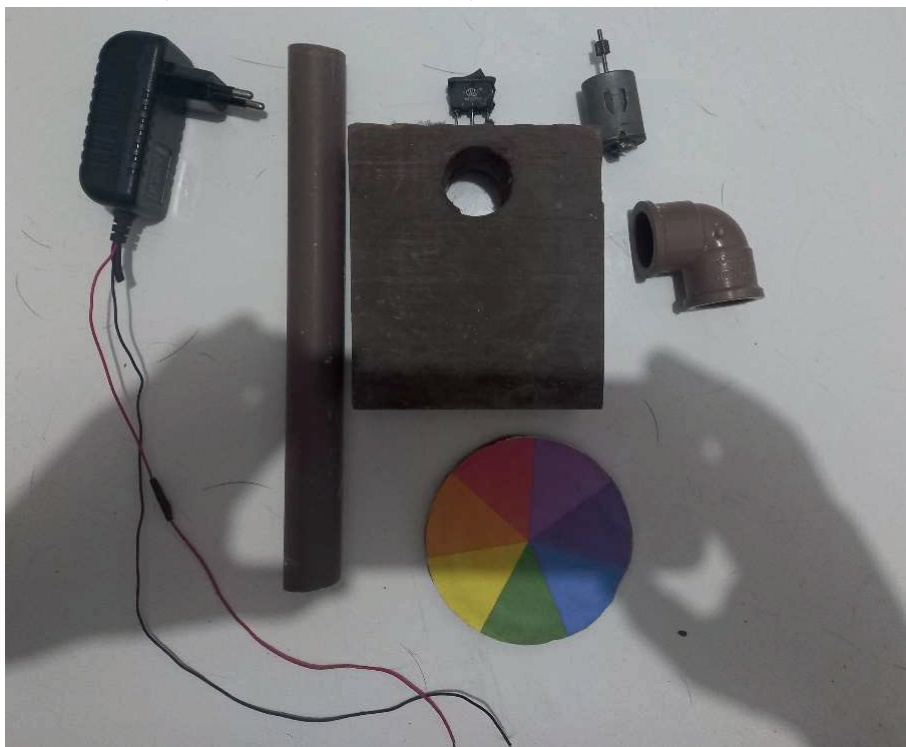
Em uma escola pública localizada no município de João Pessoa-PB foi realizada uma pesquisa do tipo intervenção com 30 estudantes do ensino médio que estavam participando de uma eletiva, ofertada por essa instituição educacional, que desenvolvia protótipos robóticos e experimentos de baixo custo.

Em relação ao estudo do tipo intervenção, Damiani (2012) destaca que esse tipo de pesquisa aplicada na área da Educação, ao estarem relacionada ao ensino e à aprendizagem, podem proporcionar novas experiências pedagógicas

ou trazer inovações a já existentes. Sendo importante estudar e analisar os dados criados nessa prática.

Seguindo pontos importantes destacados por Collazos, Muñoz e Hernandez (2014) que devem ser realizados numa atividade colaborativa, os estudantes se organizaram em equipes com 3 ou 4 estudantes, tendo todos os grupos pessoas heterogêneas. A prática foi realizada no anfiteatro da escola que era o local mais espaçoso e que tinha várias mesas e cadeiras espalhadas pelo local. Cada equipe recebeu os materiais necessários (carregador de 12V ou uma bateria de 9V, 25cm de cano PVC de 25mm, papelão, um pedaço de madeira, um interruptor pequeno, um motor de impressora, um joelho de PVC 25mm e um conector de bateria para quem recebeu a bateria), conforme a figura 01, para desenvolver o experimento e uma caixa com ferramentas foi colocada numa mesa central para caso eles precisassem de alguma ferramenta.

Figura 01 - Materiais que os estudantes receberam para fazer o Disco de Newton.



Fonte: Foto tirada pelos autores.

Uma das equipes foi filmada para que pudéssemos observar todo o processo de desenvolvimento da prática pedagógica transcrevendo a fala dos

estudantes para gerar dados que possibilitassem análises dos possíveis momentos de Aprendizagem Colaborativa durante a montagem do protótipo. Baseados em Honorato et al (2006), Garcez, Duarte e Eisenberg (2011) salientam que há muitos ditos que são difíceis de serem captados de forma oral. No momento que você tem a imagem junta com o som é possível observar muitos significados que são apresentados a partir das palavras e dos gestos dos sujeitos pesquisados.

As transcrições que foram analisadas não estão com os nomes dos estudantes para que o anonimato fosse respeitado não identificando os sujeitos da pesquisa. Os três alunos (1 menina e 2 meninos) que fizeram parte da equipe que foi filmada foram identificados nas transcrições de forma enumerada (Estudante 01, Estudante 02 e Estudante 03).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como foi dito, uma das equipes foi filmada e, com isso, analisamos todo o processo de desenvolvimento do Disco de Newton construído por esse grupo. Adiante, iremos falar sobre o passo a passo deles durante a montagem do protótipo.

Eles iniciaram desencapando parte do fio do carregador e, logo depois, suas pontas. Pra deixar o cano mais preso no buraco do pedaço de madeira, o estudante 01 pensou em colocar um pedaço de papelão para deixar o cano mais firme devido ele estar um pouco folgado no buraco.

Estudante 01: Um papelão aqui para deixar um pouco mais forte aqui.

Estudante 02: É só colocar uma fita aqui (aponta para a parte do cano que tá dentro do buraco da madeira).

Estudante 01: Corta aqui um pedaço de papelão. Corta aí.

Estudante 02: Se colocar uma fita aqui, não vai soltar.

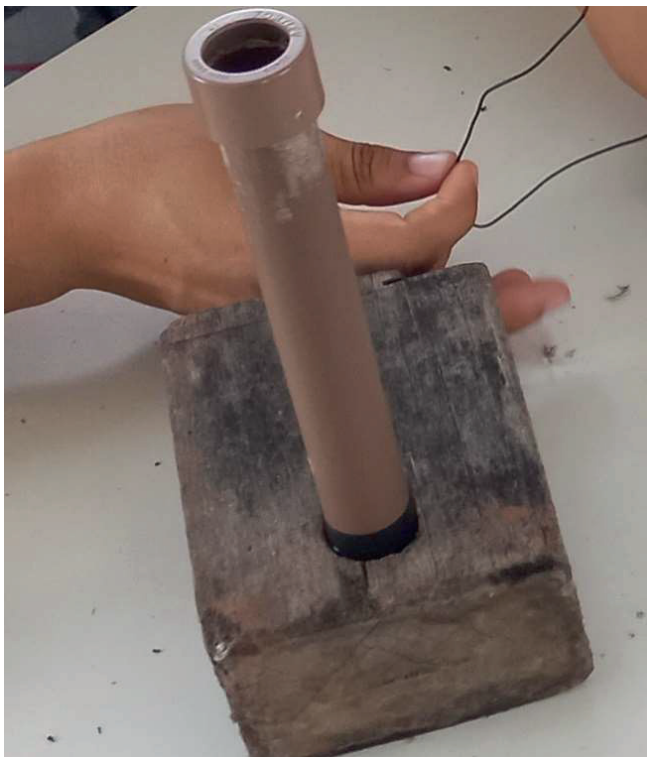
Estudante 01: Cadê a fita?

Estudante 02: Tá ali.

Nesse momento, os estudantes encontraram um problema o qual discutiram duas formas de resolver até optarem por uma delas. Essa foi uma situação que corroborou com Torres e Irala (2014) e Collazos, Muñoz e Hernandez (2014) diante de uma prática com a Aprendizagem Colaborativa a qual os estudantes escutaram as ideias dos colegas, negociaram informações e resolveram o pro-

blema em equipe. A figura 02 mostra o cano com fita isolante na parte de baixo e encaixado no buraco da madeira.

Figura 02 - Cano encaixado na base de madeira.



Fonte: Foto tirada pelos autores.

O estudante 03 terminou de cortar o entorno do disco de Newton que estava impresso no papel e deu para o estudante 01 para cortar o papelão do tamanho desse do disco. O estudante 02 percebeu que o corte estava ficando torto e disse:

Estudante 02: Tá torto.

Estudante 01: O que tá torto?

O estudante 02 mostrou e o estudante 01 voltou a cortar. Eles fizeram um furo no cano no local onde os fios iriam passar. Passaram os fios do carregador pelo furo para ver se chegava na outra extremidade onde ia ficar o motor. Eles tiraram o fio e ficaram com dúvida em relação a fiação. O estudante 01 explicou:

Estudante 01: Um vem pra aqui (um terminal do motor), outro vem pra aqui (interruptor) e daqui (outro terminal do motor) vem pra cá (interruptor).

Essa foi uma situação que apareceu uma dúvida que possibilitou observar os estudantes ensinando um ao outro, assim como aprendendo, como se espera de uma prática com a Aprendizagem Colaborativa conforme Torres e Irala (2014) e Collazos, Muñoz e Hernandez (2014) destacaram.

Eles se questionaram sobre os fios por não ter pedaços outros além dos que são do carregador.

Estudante 03: Um tem que vir pra cá.

Estudante 01: Não tem que ter três fios?

Estudante 02: Cadê o que tem que vir pra cá? (do interruptor para o motor)

Com os dois fios que vinham do carregador, eles não estavam conseguindo fazer as ligações do Disco de Newton. Achavam que estava faltando um terceiro fio. Chamaram o professor/pesquisador.

Estudante 03: Professor...

Estudante 01: São três fios, não são?

Estudante 03: Era para ter três fios.

Professor/pesquisador: O que você pode fazer aí para resolver esse problema?

Estudante 02: Com outro cabo.

Professor/pesquisador: Como é que você pode arrumar isso aqui tendo só esse material?

Estudante 02: Torando.

Estudante 02: Mas se torar não vai chegar aqui (no motor). Professor/pesquisador: Esse aqui precisa chegar até aqui, certo? O outro lado precisa ter que tamanho?

Estudante 03: Tem que chegar até aqui (motor).

Professor/pesquisador: Esse lado aqui (pegou um dos fios), ele chega?

Estudante 03: Chega.

Professor/pesquisador: Esse aqui vai ter que torar, né? Esse fio vai até onde? Ele vai daqui (extremidade do fio) até onde?

Professor/pesquisador pegou o fio e esperou eles responderem. Até que o Estudante 01 apontou para onde o fio saía do carregador.

Estudante 01: Aqui.

Professor/pesquisador: Olha o tamanho dele.

Estudante 02 e Estudante 03: Aaaahhh!

Os estudantes se deparam com um problema e chamaram o professor para ajudar. O docente trouxe questionamentos aos alunos para que eles mesmos conseguissem achar uma solução. O professor acabou exercendo o papel de facilitador conforme Collazos, Muñoz e Hernandez (2014) ajudando os estudantes a refletirem sobre o problema em questão sem dar a resposta.

Eles começaram a desencapar o cabo que encobria os dois fios do carregador para eles ficarem mais extensos para poderem cortar um deles ao meio para colocar o interruptor. Cortaram um dos fios e conectaram o interruptor. Começaram a passar os fios pelo furo do cano. Fizeram a ligação no motor e o encaixaram no Joelho. Ficando-o bem encaixado. Ao colocar o cano no buraco da madeira, perceberam que ainda estava um pouco frouxo. Estudante 02 resolveu colocar fita isolante em torno do cano para deixar mais firme no buraco. Estudante 01 começou a cortar os detalhes em torno do papelão que estava com o disco de Newton colado. Colaram o disco de Newton no motor. Eles levaram o experimento para testar. Apesar de funcionar, o motor ficou indo para frente porque não estava muito bem preso no Joelho. Acabou soltando um dos fios.

Estudante 01: Vai fazer de novo?

Estudante 03: É.

Estudante 01: Por que?

Estudante 03: Ajeitar a fiação.

Estudante 01: Por que tá enrolado.

Estudante 03: O bagulho (motor) rodou.

Começaram a ajeitar a conexão do fio com os terminais do motor e colocar mais fita isolante ao redor dele para ficar mais encaixado no Joelho. Colocaram cola quente nas conexões do motor para deixar o fio mais fixo. Fizeram um novo teste e voltou a funcionar sem o motor sair do Joelho. Nesse momento da prática, os estudantes discutiram o problema até chegarem a uma solução corroborando com aspectos da Aprendizagem Colaborativa destacados por Torres e Irala (2014) e Collazos, Muñoz e Hernandez (2014) como negociaram informações e chegaram a uma resposta a partir da interação dos membros da equipe. A figura 03 mostra como ficou o experimento que os estudantes fizeram.

Figura 03 - Protótipo do Disco de Newton feito pelos estudantes.



Fonte: Foto tirada pelos autores.

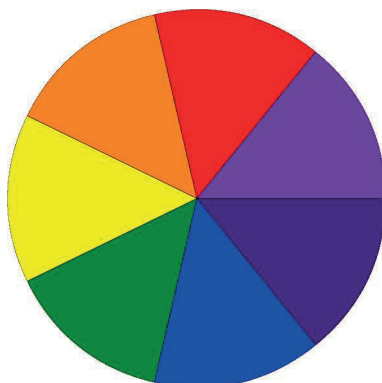
Eles mudaram o desenho do disco de Newton para fazer um teste em relação a como ia ficar em cada situação. Eles observaram que o disco que estava mais fatiado (Figura 04), que tinha uma divisão maior do círculo com as cores do arco-íris, ao girar chegava mais perto do branco. O outro que era menos fatiado (Figura 05) chegava a uma cor vermelha esbranquiçada.

Figura 04 - Disco de Newton 01.



Fonte: <https://cdn.awsli.com.br/2500x2500/1158/1158247/produto/184077014/6ad19f8329.jpg>

Figura 05 - Disco de Newton 02.



Fonte: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/c/c9/Disque_newton.png/1200px-Disque_newton.png

A figura 06 mostra como ficou o Disco de Newton que utilizou a imagem da figura 04.

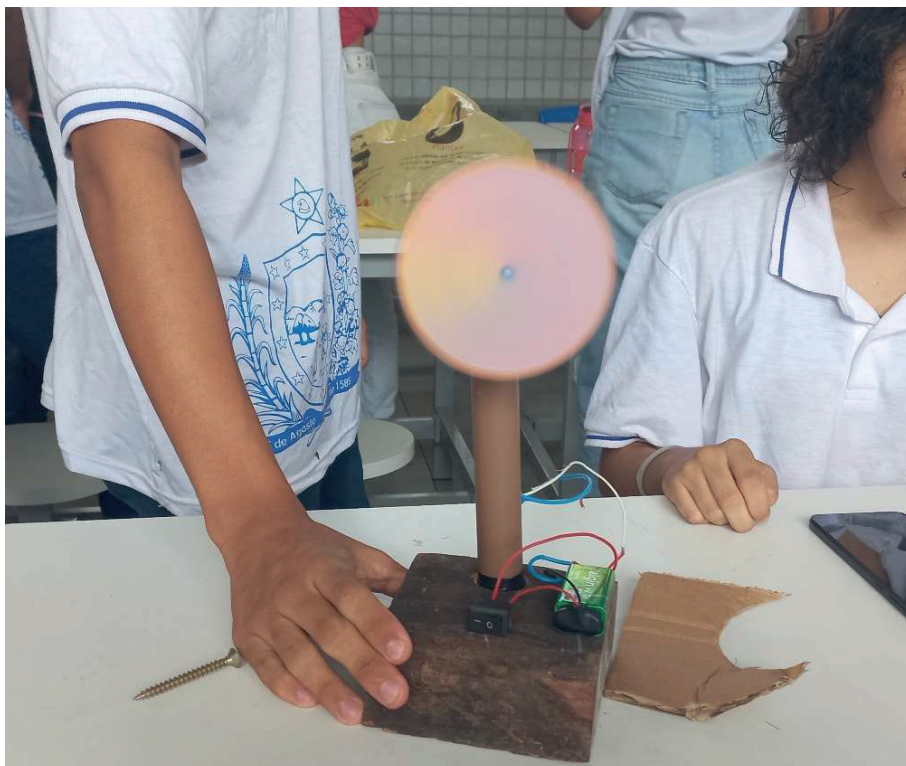
Figura 06 - Disco de Newton com as cores mais fatiadas



Fonte: Foto tirada pelos autores.

A figura 07 mostra como ficou o Disco de Newton que utilizou a imagem da figura 05.

Figura 07 - Disco de Newton com as cores menos fatiadas



Fonte: Foto tirada pelos autores.

Este foi um momento que a prática pedagógica colaborativa que trabalhou com o desenvolvimento de um artefato tecnológico proporcionou aos estudantes poderem fazer testes e a viabilidade do experimento que eles estavam construindo corroborando com Gebran (2009).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A prática pedagógica colaborativa proporcionou aos estudantes a oportunidade de aprender de forma conjunta, enfrentando e solucionando problemas que surgiram ao longo do processo. A resolução dos desafios ocorreu por meio da interação entre os alunos e da negociação de informações, como exemplificado na solução para estabilizar o cano na base de madeira, onde os estudantes utilizaram fita isolante para garantir que o protótipo ficasse firme na base. Da mesma forma, ao perceberem que o motor estava mal fixado no suporte (joelho

utilizado), eles utilizaram fita isolante ao redor do motor, fazendo com que o motor ficasse mais estável no suporte.

O papel do professor/pesquisador como facilitador foi fundamental em momentos-chave da atividade, estimulando os estudantes a refletirem criticamente e a buscarem soluções autônomas. Um exemplo de uma situação que ocorreu foi quando os estudantes enfrentaram dificuldades para realizar as conexões necessárias no circuito com o número limitado de fios disponíveis. Ao invés de fornecer diretamente a solução, o professor/pesquisador levantou questionamentos que os levaram a perceber que poderiam cortar os fios em pedaços menores, resolvendo assim o problema e completando as ligações entre o motor, a bateria e o interruptor.

Essa abordagem colaborativa e baseada em problemas mostrou-se eficaz ao promover o desenvolvimento de habilidades técnicas e a capacidade de resolver problemas de forma autônoma, em consonância com os princípios da Aprendizagem Colaborativa. Além disso, a prática reforçou a importância da mediação pedagógica, onde o professor atua como facilitador do processo de construção do conhecimento, sem fornecer respostas prontas, mas guiando os alunos a refletirem sobre problemas que aparecem durante as atividades pedagógicas.

A oficina será integrada a um conjunto maior de experimentos didáticos voltados ao ensino de conceitos de física e eletrônica de forma prática e acessível. Para trabalhos futuros, propõe-se a análise longitudinal do impacto dessas atividades no desenvolvimento de competências colaborativas e técnicas dos estudantes ao longo de seu percurso escolar. Além disso, recomenda-se a exploração do uso de novas tecnologias, como a impressão 3D, para aprimorar o desenvolvimento dos protótipos, permitindo maior precisão, inovação e aquisição de outras habilidades nas soluções propostas pelos estudantes.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico pelo suporte financeiro aos alunos bolsistas PIBIC-EM que auxiliaram na execução deste trabalho. A UFPB pelo suporte para o desenvolvimento do trabalho a partir do edital CHAMADA INTERNA PRODUTIVIDADE EM PESQUISA PROPESQ/PRPG/UFPB N° 03/2020 e a Escola Cidadã Integral Professor Paulo Freire por disponibilizar o acesso para a execução da prática.

REFERÊNCIAS

ADOLPHUS, T.; ADERONMU, T. S. B. Difficulties Students Encounter in Reporting Physics Practical at the Senior Secondary School level in Rivers State, Nigeria.

Asian Journal of Education and e-Learning, v. 1, n. 1, p. 29-33, 2013.

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

BALDÉ, C. P.; et al. **The Global E-Waste Monitor 2024**. Geneva/Bonn: (ITU) and (UNITAR), 2024. Disponível em: <https://ewastemonitor.info/wp-content/uploads/2024/03/GEM_2024_18-03_web_page_per_page_web.pdf> Acesso em: 27 set. 2024.

COLLAZOS, C.; MUÑOZ, J.; HERNÁNDEZ, Y. **Aprendizaje Colaborativo Apoyado por Computador**. Projeto LATIn, 2014.

COSTA, L. G.; BARROS, M. A. **O Ensino de Física no Brasil: Problemas e Desafios**. In: XII Congresso Nacional de Educação. Curitiba-PR, p. 10980-10989, 2015.

DAMIANI, M. F. **Sobre Pesquisas do Tipo Intervenção**. In: XVI Encontro Nacional de Didática e Práticas de Ensino, Campinas-SP, livro 3, p. 2882-2890, 2012.

EKICI, E. "Why Do I Slog Through the Physics?" Understanding High School Students' Difficulties in Learning Physics. **Journal of Education and Practice**, v. 7, n. 7, p. 95-107, 2016.

GARCEZ, A.; DUARTE, R.; EISENBERG, Z. Produção e Análise de Videograções em Pesquisas Qualitativas. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 37, n. 2, p. 249-262, 2011.

GEBRAN, M. P. **Tecnologias Educacionais**. Curitiba-PR: IESDE Brasil S. A., 2009.

HONORATO, A.; et al. **A Vídeo-Gravação como Registro, a Devolutiva como Procedimento: Pensando sobre Estratégias Metodológicas na Pesquisa com Crianças**. In: 29º Reunião Anual da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação. Caxambu-MG: ANPEd, 2006.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). s.d. “**Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**”. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>>. Acesso em: 18 jul. 2024.

SILVA, V. A.; SOARES, M. H. F. B. **A Aprendizagem Colaborativa: Desenvolvimento de Conceitos Químicos em Nível Médio de Ensino**. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências e I Congresso Iberoamericano de Investigación en Enseñanza de las Ciencias. Campinas-SP, p. 1-12, 2011.

TORRES, P. L.; IRALA, E. A. Aprendizagem Colaborativa: Teoria e Prática. In: Patrícia Lupion Torres (Org.). **Complexidade: Redes e Conexões na Produção do Conhecimento**. Curitiba-PR: SENAR-PR, Coleção Agrinho, p. 61-93, 2014.

TRONCÃO, P. G. B.; et al. O Uso do Disco de Newton como Atividade Experimental de Verificação de Conceitos Ópticos. **Desafios - Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins**, 10(Especial 3), 2023.

SILVEIRA, M. V.; BARTHEM, R. B. Disco de Newton com LEDs. **Revista Brasileira De Ensino De Física**, 38(4), e4502, 2016.