

doi 10.46943/X.CONEDU.2024.GT16.057

# DESENVOLVIMENTO DE UM CARRINHO ELÉTRICO DE BAIXO CUSTO: UMA EXPERIÊNCIA COLABORATIVA

Rodrigo Baldow de Souza<sup>1</sup>  
Ademar Virgolino da Silva Netto<sup>2</sup>

## RESUMO

O grande acúmulo de resíduos eletroeletrônicos que vem acontecendo em todo o mundo é considerado um grave problema para a natureza e a sociedade e criar estratégias para reduzir esses resíduos é uma forma de minimizar os impactos ambientais que esse tipo de resíduo causa no meio ambiente. Uma maneira de utilizá-los é em práticas pedagógicas a partir de experimentos com esses materiais. Diante dessa estratégia, teve-se como objetivo analisar uma prática pedagógica na qual os estudantes construíram pequenos protótipos de carros elétricos usando resíduos eletroeletrônicos e recicláveis, com base na Aprendizagem Colaborativa. Foi realizada uma oficina em uma escola localizada na cidade de João Pessoa-PB, com estudantes das três séries do ensino médio. Esses alunos foram organizados em equipes e cada uma desenvolveu um protótipo do carrinho elétrico. A análise de todo o processo de desenvolvimento do experimento foi realizada a partir da observação participante de um dos pesquisadores que esteve presente durante todo o período da oficina. Foi verificado que, além de realizar uma prática reutilizando materiais que iriam ser descartados, sendo um exemplo de atividade possível com esses materiais, a prática proporcionou aos estudantes a oportunidade de encontrar soluções em equipe para os problemas que surgiram durante o processo, encontrar respostas a partir de testes e aprender alguns conceitos de Física de forma prática.

**Palavras-chave:** Experimento, Baixo Custo, Aprendizagem Colaborativa; Ensino de Física, Resíduos Eletrônicos.

1 Doutor em Ensino de Ciências pela Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, rodrigo-baldow@gmail.com;

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

## INTRODUÇÃO

A produção e a venda de eletroeletrônicos têm aumentado gerando um problema que é a grande quantidade de Resíduos Eletroeletrônicos (REEs). De acordo com Forti et al (2020), no ano de 2020 foi produzido no mundo todo cerca 50 milhões de toneladas de REEs. Só no Brasil, foi gerado aproximadamente 1,5 milhão de toneladas, liderando como o país que mais produziu esse resíduo na América Latina. Apesar dos impactos ambientais que esses resíduos podem causar e o valor agregado que eles têm, infelizmente, não há um adequado sistema de logística reversa. O que tem gerado descartes inadequados.

Os REEs possuem acelerado crescimento anual, provocado pela demanda cada vez maior por eletroeletrônicos, estimulada pela obsolescência seja ela programada, perceptiva ou técnica. O consumo desses produtos tende a ser descontrolado, fazendo com que os fabricantes diminuam o tempo de vida desses equipamentos através da obsolescência programada, assim, os equipamentos cada vez mais estão progressivamente com um tempo mais curto de funcionamento e acabam sendo substituídos com uma maior frequência.

Sobre a ideia da obsolescência programada e suas consequências, Layrargues (2002, p. 184) afirma que:

A vida útil dos produtos torna-se cada vez mais curta, e nem poderia ser diferente, pois há uma união entre a obsolescência planejada e a criação de demandas artificiais no capitalismo. É a obsolescência planejada simbólica, que induz a ilusão de que a vida útil do produto esgotou-se, mesmo que ele ainda esteja em perfeitas condições de uso. Hoje, mesmo que um determinado produto ainda esteja dentro do prazo de sua vida útil, do ponto de vista funcional, simbolicamente já está ultrapassado. A moda e a propaganda provocam um verdadeiro desvio da função primária dos produtos. Ocorre que a obsolescência planejada e a descartabilidade são hoje elementos vitais para o modo de produção capitalista, por isso encontram-se presentes tanto no plano material como simbólico.

E o que se faz com o equipamento antigo? Muitos consumidores guardam seus eletroeletrônicos obsoletos em casa, ou pior, descartam de qualquer jeito ao invés de encaminhá-los à Logística Reversa.

É importante fazer o descarte correto de aparelhos eletrônicos devido, principalmente, a quantidade de metais pesados que eles possuem. Procurar for-

mas de diminuir os REEs pode contribuir com a preservação do Meio Ambiente. Segundo Lima et al (2010), infelizmente, no Brasil, não há muitas discussões profundas sobre essa temática.

As instituições educacionais podem ser locais importantes para a conscientização de crianças e jovens, assim como da comunidade escolar, do inadequado descarte de REEs, assim como no consumo exagerado de aparelhos eletroeletrônicos. O reuso dos REEs nas escolas pode ser um caminho para a diminuição desse tipo de resíduo, assim como possibilitar a criatividade e uma discussão sobre a sustentabilidade. Além de estar trabalhando com experimentos de baixo custo, sendo acessível a todas as escolas, podendo auxiliar o ensino de disciplinas como, em especial, a Física, podendo superar a falta de um laboratório em instituições educacionais que não o tenham (SILVA; SALES, 2018; DUARTE, 2012).

Segundo alguns autores (EKICI, 2016; ADOLPHUS; ADERONMU, 2013; COSTA; BARROS, 2015), a Física é uma ciência que muitos estudantes têm tido dificuldades em aprender nas escolas. Além disso, muitas escolas pelo Brasil não têm laboratórios para que atividades práticas possam ser realizadas. Prado e Ferracioli (2017, p. 2) afirma que:

A maior parte das escolas públicas do Brasil, não possuem laboratórios de Ciências, sendo este um entrave para as aulas experimentais nas escolas. Assim, materiais para a atividade experimental tornam-se mais difíceis ainda. Desta forma, buscam-se alternativas para a realização de atividades experimentais com os estudantes de ensino médio na disciplina de Física. Muitas atividades experimentais são realizadas em sala de aula e/ou em espaços alternativos das escolas como o pátio e a quadra de esportes. Os materiais para a realização da atividade experimental são providenciados pelos próprios estudantes, visto que as escolas também não possuem recursos para aquisição dos mesmos.

Diante disso, é importante construir materiais e atividades que possam contribuir com o ensino de Física. Diante das problemáticas supracitas, foi definida a seguinte questão de pesquisa: *Como um experimento de baixo custo pode ser desenvolvido com REEs em uma aula de Física a partir de uma atividade colaborativa?*

Com o intuito de encontrar respostas para o problema de pesquisa, o objetivo definido foi: *analisar uma atividade que os estudantes desenvolveram o protótipo de um carrinho elétrico de baixo custo utilizando REEs a partir de um*

trabalho colaborativo. Sendo considerado baixo custo ter um valor menor que R\$20,0 por protótipo, o que equivaleria um custo de R\$5,00 reais por aluno numa equipe com 4 participantes.

Uma motivação para esta pesquisa é que muitas vezes a falta de recursos financeiros das instituições de ensino acaba limitando o acesso dos alunos a equipamentos e materiais de qualidade, assim como, não possuindo laboratórios para que os estudantes possam ter aulas mais práticas nas escolas. Nesse sentido, o uso de experimentos de baixo custo pode ser uma alternativa viável para suprir essa carência, proporcionando um aprendizado prático e significativo. Além disso, diante das dificuldades que muitos alunos têm tido com o aprendizado de Física, pretende-se ilustrar que essa ciência está presente no cotidiano e buscar despertar o interesse dos estudantes por essa área do conhecimento. Assim como mostrar um exemplo de artefato possível de se fazer utilizando REEs de forma a diminuir esse tipo de resíduo.

## APRENDIZAGEM COLABORATIVA

Klein e Vosgerau (2018) destacam que nas atividades colaborativas os estudantes têm uma participação fundamental na busca pela autonomia no próprio processo de aprendizagem a partir da interação com os seus pares. Silva e Soares (2011, p. 2) reforçam a importância dos estudantes na Aprendizagem Colaborativa afirmando que:

...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.

Torres e Irala (2014) destacam que práticas pedagógicas que utilizam a Aprendizagem Colaborativa possibilitam criar um ambiente o qual os estudantes podem ser mais ativos ao promover uma atividade que o estimulará a ser mais crítico, assim como interagir mais com seus pares, negociar as informações e procurar soluções para resolver os problemas que aparecerem. O que possibilitará aos estudantes a construção de conhecimentos socialmente.

Segundo Collazos, Muñoz e Hernández (2014), existe alguns pontos que o trabalho com a Aprendizagem Colaborativa pode mostrar como ela pode ser importante para os estudantes, como: 1. Quando eles trabalham em equipe, é mais fácil o grupo compreender o problema do que o participante tentando entender de forma individual; 2. É mais fácil uma equipe de alunos observar um erro do que só um deles; 3. Quando o trabalho é em equipe, o conhecimento de todos é maior do que uma pessoa só; 4. A partir da interação, os participantes poderão ter a oportunidade de aprender com membros mais experientes; 5. Uma equipe consegue filtrar mais as informações do que uma única pessoa.

Collazos, Muñoz e Hernandez (2014), com base em Johnson e Johnson (2001) e SaponShevin, Ayres e Ducan (2001), elencam alguns princípios que podem levar uma equipe a fazer uma boa prática colaborativa, como: 1. É importante que cada participante contribua a partir das suas particularidades; 2. Os membros da equipe precisam sempre ajudar nas tarefas referentes a atividade; 3. Nenhum integrante é mais importante que o outro; 4. Os participantes precisam ter um diálogo claro; 5. É necessário haver respeito a todos os pontos de vistas dos estudantes do grupo.

Collazos, Muñoz e Hernández (2014) reforçam que há alguns pontos importantes a serem pensados na organização de uma prática pedagógica que trabalhe a Aprendizagem Colaborativa, como: 1. Ter estudantes heterogêneos nas equipes; 2. Organizar grupos que tenham no máximo 4 membros; 3. Não deixar as equipes muito perto; 4. Fazer a atividade em um espaço que os estudantes possam se movimentar por ele podendo trocar de lugar com liberdade.

Como a atividade da pesquisa foi realizada com equipes desenvolvendo um experimento tecnológico, é importante ressaltar alguns benefícios que esse tipo de atividade pode trazer listados por Gebran (2009), como: 1. Promove uma prática que os estudantes têm a oportunidade de trabalharem a criatividade; 2. Os participantes terão que tomar decisões diante dos problemas que aparecerem; 3. São atividades que os alunos terão a possibilidade de fazer testes e verificar ideias para conseguir chegar a soluções que resolvam os problemas que aparecerem ou para contribuir com o desenvolvimento da prática; 4. Propicia uma prática que trabalha conceitos vistos em sala de aula de um jeito diferente observando suas ideias de forma mais concreta; 5. Possibilita uma atividade com um aprendizado mais lúdico proporcionando observar a ciência e a tecnologia de uma forma mais acessível.

## METODOLOGIA

A pesquisa realizada foi do tipo intervenção em uma escola pública localizada no município de João Pessoa-PB. Contou com a participação de 24 estudantes nesse estudo e das três séries do ensino médio que faziam parte de uma eletiva voltada para robótica e experimentos de baixo custo. Os experimentos foram pensados para terem baixo custo devido as restrições orçamentárias da escola e de assuntos relacionados a temáticas vistas em sala de aula trazendo essa transversalidade e multidisciplinaridade para os experimentos e a disciplina. Para apresentação neste artigo, o experimento definido foi o desenvolvimento de um protótipo de um carrinho elétrico a partir do uso de material reutilizado.

Sobre a pesquisa do tipo intervenção, Damiani *et al* (2013) destaca que é um estudo que deve ter o cuidado de fazer um planejamento que tenha criatividade e que, de alguma forma, faça uma interferência, conversando com a parte teórica, com o objetivo de contribuir no processo de aprendizagem dos participantes, fazendo uma avaliação dessa interferência.

Seguindo as ideias de Collazos, Muñoz e Hernández (2014), sobre como uma prática pedagógica que trabalhe com a Aprendizagem Colaborativa deve ser organizada, foram deixados os estudantes formarem grupos com quatro estudantes, totalizando seis equipes, e verificado que todas os grupos estavam compostos por pessoas heterogêneas. Lembrando que as equipes tinham um distanciamento entre elas durante a execução para que as ações de um grupo não influenciassem na tomada de decisão do outro evitando que as equipes não induzissem na ação de outra.

Cada equipe recebeu os materiais necessários (uma bateria de 9V, um conector de bateria, um motor de impressora, canudos, um interruptor, fios, 4 tampas de garrafa PET, um parafuso, palitos de churrasco, papelão, elástico e palito de pirulito), conforme a Figura 01, para fazer o experimento do carrinho elétrico. Além disto, foi disponibilizada em uma mesa no centro da sala, uma mala com ferramentas de uso geral (como tesoura, chave de fenda, estilete, entre outros materiais) para compartilhar com todos os grupos, que podiam ser utilizados para o desenvolvimento do experimento.



**Figura 01** - Materiais que os estudantes receberam para fazer o carrinho elétrico.



**Fonte:** Foto tirada pelos autores.

A pistola de cola quente ficou em uma mesa perto da tomada a disposição de todos os estudantes para utilizarem no momento de colar os materiais. Essa atividade foi realizada no anfiteatro da escola que é um ambiente espaçoso que deu para colocar mesas com 4 cadeiras organizando o espaço como desejado para que as equipes tivessem flexibilidade no local e pudessem se movimentar por todo o ambiente de forma livre. Essa prática pedagógica aconteceu em dois dias durando em cada um 1h40min (tempo de duas aulas de 50 minutos).

A análise da atividade foi realizada por meio da observação participante de um dos pesquisadores. Os resultados foram analisados à luz da teoria da Aprendizagem Colaborativa para a chegar às conclusões.

Sobre a observação participante, Cruz Neto (1994) ressalta que o pesquisador precisa fazer uma investigação científica a qual ele participa como observador social de um estudo. Os autores reforçam que é importante que o pesquisador tenha contato com o que está sendo observado para poder entender melhor a situação a qual os atores sociais estão inseridos. Essa é uma técnica que pode possibilitar observar situações que geram dados que não aparecem em outros instrumentos de pesquisa. Marques (2016) destaca que ao se trabalhar com a observação participante, o observador não necessariamente precisa

ser um “nativo”, porém, é importante conhecer o ambiente social o qual vai analisar. Quando o local que vai ser pesquisado é uma escola e quem vai fazer a observação já está inserido nesta instituição, já conhecendo os sujeitos participantes, isso pode facilitar na análise por já conhecer o dia a dia dos sujeitos participantes. Como o professor/pesquisador desse estudo trabalha na instituição educacional que a oficina foi realizada, ele já conhecia o local, o ambiente e os estudantes. Facilitando a organização e a análise da pesquisa.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Cada equipe recebeu os materiais necessário para fazer o carrinho elétrico e um guia com instruções básicas, deixando com eles um estilete e ficou à disposição de todos uma fita isolante e uma pistola de cola quente que ficou perto de uma tomada no canto de uma das paredes que era a única que tinha no local. Para usar esta última ferramenta, tinha que ir até esse local para colar conforme mostra a Figura 02.

**Figura 02** - Local onde ficou a pistola de cola quente



**Fonte:** Foto tirada pelos autores.

Na Tabela 01 são descritos os materiais utilizados na construção de cada carrinho elétrico e o preço que foi gasto para aquisição de cada peça que foi utilizada para o desenvolvimento de cada artefato que as equipes fizeram. O valor de R\$ 0,00 significa que foram materiais reutilizado, não precisando comprar.



Vale observar que o maior custo foi com a bateria, que, inclusive, pôde ser reutilizada em outras atividades práticas realizadas na escola após a aquisição inicial.

**Tabela 01** - Lista de Materiais do Carrinho Elétrico

Material	Preço
Bateria 9V	R\$15,00 a 18,00
Conector de bateria	R\$ 1,00 a 2,00
Motor de impressora	R\$0,00
Canudos	R\$0,00
Interruptor	R\$0,00
Fios elétricos	R\$0,00
Tampas de garrafa pet	R\$0,00
Parafuso	R\$0,00
Palitos de Churrasco	R\$0,00
Papelão	R\$0,00
Elástico	R\$0,00
Palito de pirulito	R\$0,00

**Fonte:** Elaborada pelos autores.

Diante dessa tabela, é possível perceber que a grande maioria dos materiais que foram usados no desenvolvimento do carrinho elétrico não foi necessário comprar. Foi possível tirar de alguns aparelhos ou reutilizar outros que tínhamos. Mostrando como é possível reutilizar vários materiais que iriam ser descartados, conseqüentemente, diminuindo o lixo e suprir, em parte, a falta de laboratórios e seus materiais nas escolas e alguns destes materiais podem ser reutilizados mais de uma vez, como os motores, conectores, interruptores, fios, tampa de garrafa pet, bateria e parafuso. Duarte (2012, p. 541) já destacava que:

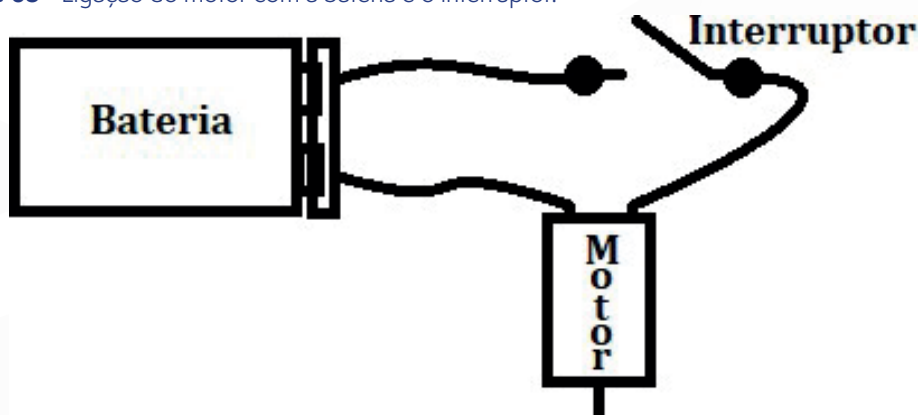
O uso de experimentos de baixo custo para a apresentação do fenômeno estudado é encarado por nós como uma maneira de se contornar o problema da falta de laboratórios nas escolas de Ensino Médio, mas também como uma forma de aproximar o aluno da ciência através de materiais encontrados no seu cotidiano e de experimentos que podem ser facilmente reproduzidos.

Os únicos dois que foram necessários comprar foi o conector de bateria e a própria bateria. Mesmo assim, era possível ligar os motores a partir de carregadores que foram descartados e que tinha disponível. Entretanto, como se trata de um carrinho seria necessário fios longos para que pudesse se locomover

dentro do espaço. Com isso, se optou pelo uso das baterias para que os estudantes tivessem uma experiência melhor com os carrinhos na hora de colocá-los em movimento.

Inicialmente, as equipes cortaram o papelão com o tamanho de 12cm x 8cm. Em seguida, fizeram os cortes nos canudos e colaram na parte de baixo do papelão com cola quente no local onde ia ficar os dois eixos das rodas. Furaram 4 tampas de garrafa PET com um parafuso e cortaram os palitos de churrasco. Passaram um pedaço de palito de churrasco dentro de cada um dos dois canudos e colaram as 4 tampas nas quatro pontas desses dois palitos. Em uma dessas pontas, foi colado um pequeno papelão circular antes da tampa para que o elástico ficasse preso no meio desse local até o eixo do motor que ainda ia ser colado no papelão. O motor foi colado na parte de cima do papelão colocando no seu eixo um pequeno pedaço de palito de pirulito com uma pequena camada de cola quente. A bateria foi colada no papelão e, em seguida, o conector foi colocado nela. Um dos fios do conector foi ligado ao interruptor que foi colado ao papelão. O outro fio do conector foi ligado a um dos polos da bateria. Um pequeno fio fez a ligação do outro polo da bateria com o outro terminal do interruptor. Na figura 03 é ilustrado o circuito da ligação.

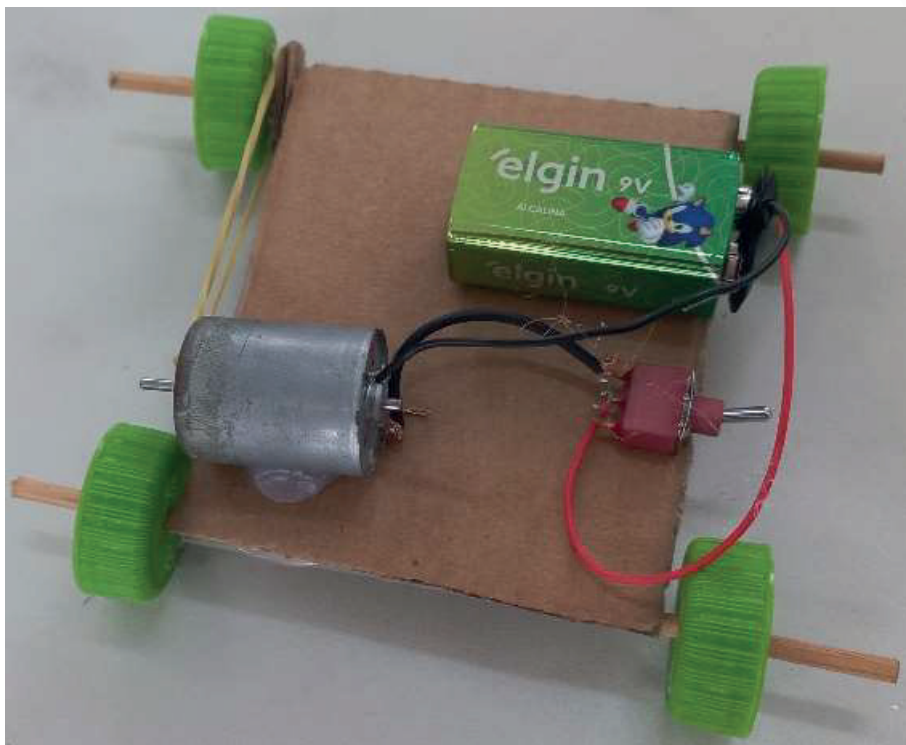
**Figura 03** - Ligação do motor com a bateria e o interruptor.



**Foto:** Imagem elaborada pelos autores

No parágrafo acima, foi feita a descrição do passo a passo que a maioria das equipes seguiram para fazer seus respectivos carrinhos elétricos. Na Figura 04 pode-se observar como ficou um deles ao final do processo.

Figura 04 - Carrinho Elétrico



Fonte: Foto tirada pelos autores.

Entretanto, as equipes tiveram alguns problemas durante a montagem do carrinho elétrico. No momento de colocar o elástico no motor e no eixo da roda, foi perceptível que as equipes tiveram uma dificuldade inicial. A maioria das equipes colocaram o motor em uma posição que deixava o elástico frouxo. Para resolver esse problema, eles tiraram o motor do lugar e colaram em um ponto que o elástico ficasse esticado o necessário para poder girar a roda junto com o motor. Uma das equipes afastou um pouco demais o motor deixando o elástico muito esticado. Acabou que o elástico tirou o motor do lugar descolando devido a força que estava fazendo. Diante disso, eles colocaram o motor um pouco mais perto e uma fita isolante para deixá-lo mais preso, conseguindo resolver esse problema. Uma equipe achou uma solução para a questão do elástico de uma forma diferente. Em vez de afastar o motor, ela fez um nó no elástico, cortando a sobra, e o deixou do tamanho que estavam querendo. Conseguindo resolver essa questão. Outro problema que outra equipe teve foi que o elástico estava saindo. Ele não estava ficando entre a roda e o pequeno pedaço de papelão porque tinha muita cola entre eles. Os estudantes tiraram

um pouco da cola quente para ficar uma pequena cavidade entre essa roda e esse pequeno pedaço de papelão para que o elástico não ficasse saindo dali quando estivesse girando.

Em relação a bateria e o motor que ficaram na parte de cima do papelão, as equipes conseguiram perceber, durante a montagem do experimento, que era melhor colocar um de um lado e o outro do outro lado do carrinho para ficar mais equilibrado o peso distribuindo o centro de massa. Teve grupo que chegou a colocar os dois do mesmo lado. Entretanto, eles perceberam que o carrinho ficou desequilibrado devido ao centro de massa do carro não ficar no centro do mesmo. Diante disso, descolaram um dos dois e colocaram do outro lado do carrinho. Eles também precisaram analisar o sentido do motor ao ligar caso contrário o carro andava no sentido contrário ao desejado.

Em todos esses momentos foi perceptível que os problemas que foram sendo observados, as soluções surgiram a partir do diálogo entre os membros. Mostrando que o trabalho colaborativo incentivou uma interação entre os estudantes que os ajudou a aprenderem a resolver os problemas de forma colaborativa e integrada. Trabalhando a importância do senso de coletividade, das discussões de forma conjunta e o trabalho em equipe, softskills muito importantes para que visam adentrar no mercado de trabalho ou continuar em uma graduação de curso.

Torres e Irala (2014) destacam que atividades colaborativas devem criar ambientes em que os estudantes possam aprender a partir da interação deles, encontrando respostas para os problemas que podem aparecer na prática.

Quando uma das equipes fez um nó no elástico para ele ficar menor e ficar esticado ao colocar na roda e o eixo do motor, este foi um momento que eles resolveram fazer um teste para conseguir resolver o problema que tinham no momento. Conseguindo achar uma solução. Gebran (2009) destaca que as atividades que trabalham com tecnologias podem oportunizar os estudantes de fazerem testes para encontrar respostas para os problemas de diversas naturezas.

Ao fazerem a ligação da bateria com o motor e o interruptor, muitos estudantes conseguiram fazer a conexão do interruptor de casa que liga a lâmpada relacionando com o que estava sendo utilizado no carrinho. Assim como uma equipe chegou a perguntar para o professor qual era a tensão do motor (não tinha essa informação nele). Ao saberem que era de 12V, disseram que o motor “aguentava” a tensão fornecida pela bateria.

Além disto, alguns alunos usaram a criatividade para diferenciar o seu carro dos demais e resolveram pintar seu carrinho conforme pode ser visto na Figura 05. Sendo uma ação bem interessante de ser observada, uma vez que tinham materiais disponíveis, foram proativos na construção do seu protótipo.

**Figura 05** - Carrinho elétrico sendo pintado por uma das equipes



**Fonte:** Foto tirada pelos autores.

Uma das equipes conseguiu terminar o carrinho no primeiro dia, as demais precisaram dos dois dias para finalizar. Esse grupo que construiu o carrinho em um único dia conseguiu desenvolver o experimento de forma mais rápida e resolveu os problemas sem muita dificuldade. Um dos problemas que essa equipe teve e que já foi relatado foi o da folga no elástico que eles resolveram dando o nó. O fato deles terem construído o carrinho mais rápido mostra que quando estamos trabalhando com uma turma de estudantes, estamos diante de jovens com perfis heterogêneos que podem responder os problemas de forma diferente e em tempos distintos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do protótipo do carrinho elétrico como experimento para validação de conhecimentos teóricos, a partir da reutilização da maioria dos materiais na sua confecção mostrou como é possível desenvolver experimentos de baixo custo que podem ser trabalhados nas escolas, podendo contribuir com o ensino de Física, suprimindo a falta de laboratórios e experimentos de muitas instituições educacionais. Além de ajudar na redução desses materiais que



seriam descartados principalmente os resíduos eletrônicos que podem ser reutilizados mais de uma vez, diferente dos plásticos, por exemplo, e isso diminui o impacto ambiental e mostra aos estudantes como é possível utilizar materiais descartados em casa para construir novos objetos.

A prática pedagógica oportunizou os estudantes de poderem vivenciar um ambiente criativo e colaborativo que fez com que eles pudessem aprender e resolver problemas a partir da interação com os outros membros da equipe, tem uma percepção do aprendizado a partir de um problema a ser solucionado. Assim como o processo da experimentação ao chegar as respostas, a partir de testes realizados durante o desenvolvimento do experimento como a solução do nó do elástico para ajustar seu tamanho e ficar esticado entre uma das rodas e o eixo do motor.

A atividade colaborativa deu a oportunidade aos estudantes de se depararem com uma experiência mais próxima do dia a dia por eles terem que encontrar soluções que nem sempre tiveram a mesma resposta e que, em muitas situações, exigiu um trabalho em grupo para conseguir resolver os problemas que foram aparecendo. Assim como puderam aprender Física de forma prática fazendo um circuito elétrico o qual conseguiram entender a funcionalidade do interruptor, conceitos de tensão e corrente a partir da ligação do motor utilizando a bateria. Da mesma forma que tiveram que analisar o equilíbrio do carro, encontrando de forma empírica o centro de massa para manter a estabilidade ao colarem o motor em cima do papelão de uma lado e a bateria do outro, evitando que o carro pendesse para um dos lados.

A partir desta experiência exitosa, pretende-se realizar futuras pesquisas com o desenvolvimento do carrinho elétrico a partir da análise de uma prática experimental que os estudantes utilizarão os carrinhos montados para trabalhar a cinemática e cálculo do tempo percorrido por esses artefatos numa distância já conhecida para poder medir a velocidade nessa corrida. Procurando observar os detalhes do porquê alguns carrinhos conseguirem ser mais rápidos do que os outros. Podendo também criar uma competição para ver qual carrinho chega ao ponto final primeiro. Gerando uma competição saudável que pode gerar uma motivação maior dos estudantes nessa prática.

## AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer a Universidade Federal da Paraíba pelo suporte para o desenvolvimento do trabalho na escola a partir do edital CHAMADA INTERNA PRODUTIVIDADE EM PESQUISA PROPESQ/PRPG/UFPB Nº 03/2020.

## 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.

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.

CRUZ NETO, O. O Trabalho de Campo como Descoberta e Criação. In: Maria Cecília de Souza Minayo (org.). **Pesquisa Social: Teoria, Método e Criatividade**. Rio de Janeiro-RJ: Vozes, p. 51-66, 1994.

DAMIANI, M. F.; *et al.* Discutindo Pesquisas do Tipo Intervenção Pedagógica. **Caderno de Educação**, n. 45, p. 57-67, 2013.

DUARTE, S. E. Física para o Ensino Médio usando Simulações e Experimentos de Baixo Custo: um Exemplo Abordando Dinâmica da Rotação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. especial 1, p. 525-542, 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.

FORTI, V.; BALDÉ, C.P.; KUEHR, R.; BEL, G. The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, flows and the circular economy potential. United Nations University (UNU)/United Nations Institute for Training and Research (UNITAR) – co-hosted SCYCLE Programme, International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), Bonn/Geneva/Rotterdam.

JOHNSON D.W.; JOHNSON R.T. **An overview of cooperative learning** (2001). Disponível em: [http://digsys.upc.es/ed/general/Gasteiz/docs\\_ac/Johnson\\_Overview\\_of\\_Cooperative\\_Learning.pdf](http://digsys.upc.es/ed/general/Gasteiz/docs_ac/Johnson_Overview_of_Cooperative_Learning.pdf). Acesso em: 20 nov. 2017.

KLEIN, E. L.; VOSGERAU, D. S. R.. Possibilidades e desafios da prática de aprendizagem colaborativa no ensino superior. **Educação**, 43(4), 667–698, 2018.

LAYRARGUES, P. P. O Cinismo da Reciclagem: o Significado Ideológico da Reciclagem da Lata de Alumínio e suas Implicações para a Educação Ambiental. In: LOUREIRO, C. F. B.; LAYRARGUES, P. P.; CASTRO, R. S. (Orgs.). **Educação Ambiental: Repensando o Espaço da Cidadania**. São Paulo-SP: Cortez, Capítulo 7, p. 179-219, 2002.

LIMA, E. F. A.; et al. **Construindo Robôs de Baixo Custo a Partir de Lixo Tecnológico**. In: VI Congresso Nacional de Engenharia Mecânica, p. 1-9, 2010.

MARQUES, J. P. A. "Observação Participante" na Pesquisa de Campo em Educação. **Educação em Foco**, ano 19, n. 28, p. 263-284, mai/ago, 2016.

PRADO, R. T.; FERRACIOLI, L. Utilização do Diagrama V em atividades experimentais de magnetismo em sala de aula de ensino médio. **Revista Professor de Física**, v. 1, n. 1, p. 1-14, 2017.

SAPONSHEVIN, M; AYRES, B.; DUNCAN, J. **Cooperative Learning and Inclusion** (2001). Disponível em: [http://www.academia.edu/936323/cooperative\\_learning\\_and\\_inclusion](http://www.academia.edu/936323/cooperative_learning_and_inclusion). Acesso em: 20 nov 2017.

SILVA, J. B.; SALES, G. L. Atividade Experimental de Baixo Custo: o Contributo do Ludião e suas Implicações para o Ensino de Física. **Revista do Professor de Física**, v. 2, n. 2, Artigo 2, p. 27-39, 2018.

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.