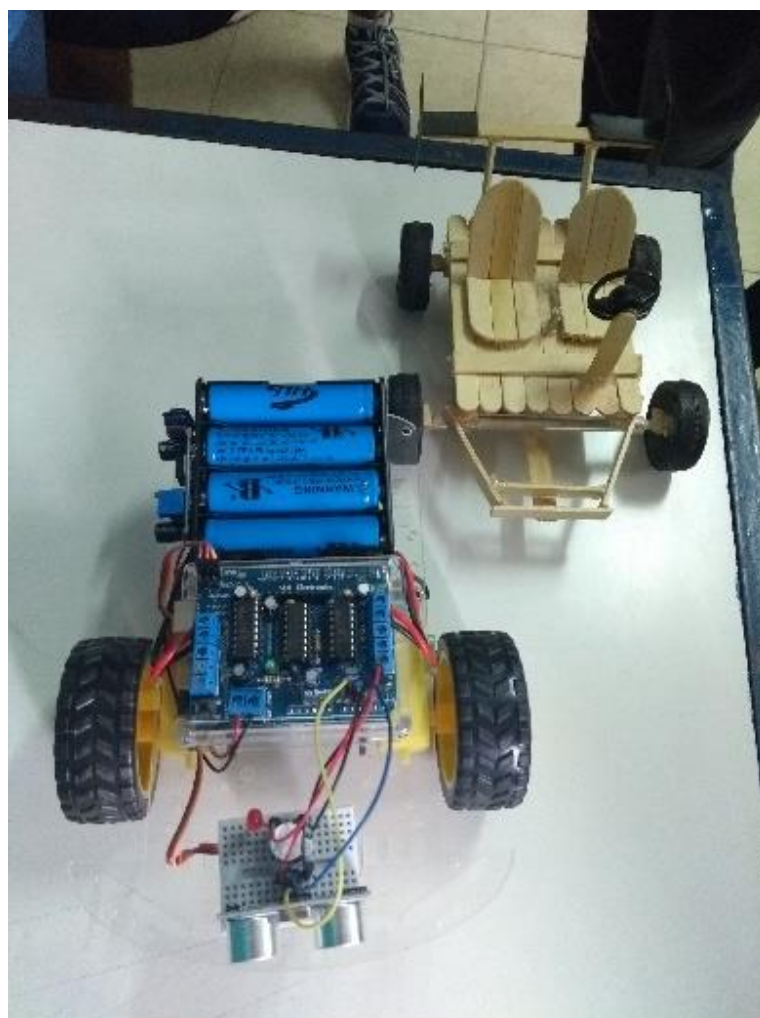


### 3. O PBL APLICADO NO ENSINO-APRENDIZAGEM DE ELETROQUÍMICA

#### 3.1 O CARRINHO ELÉTRICO

Os alunos foram desafiados a traçar um projeto e resolver um desafio: montar um carrinho movido a pilhas ou baterias de celular utilizando materiais simples e recicláveis. A partir de discussões, os estudantes foram estimulados na compreensão do funcionamento de diferentes tipos de pilhas e baterias disponíveis no comércio, além de criarem pilhas com materiais caseiros.

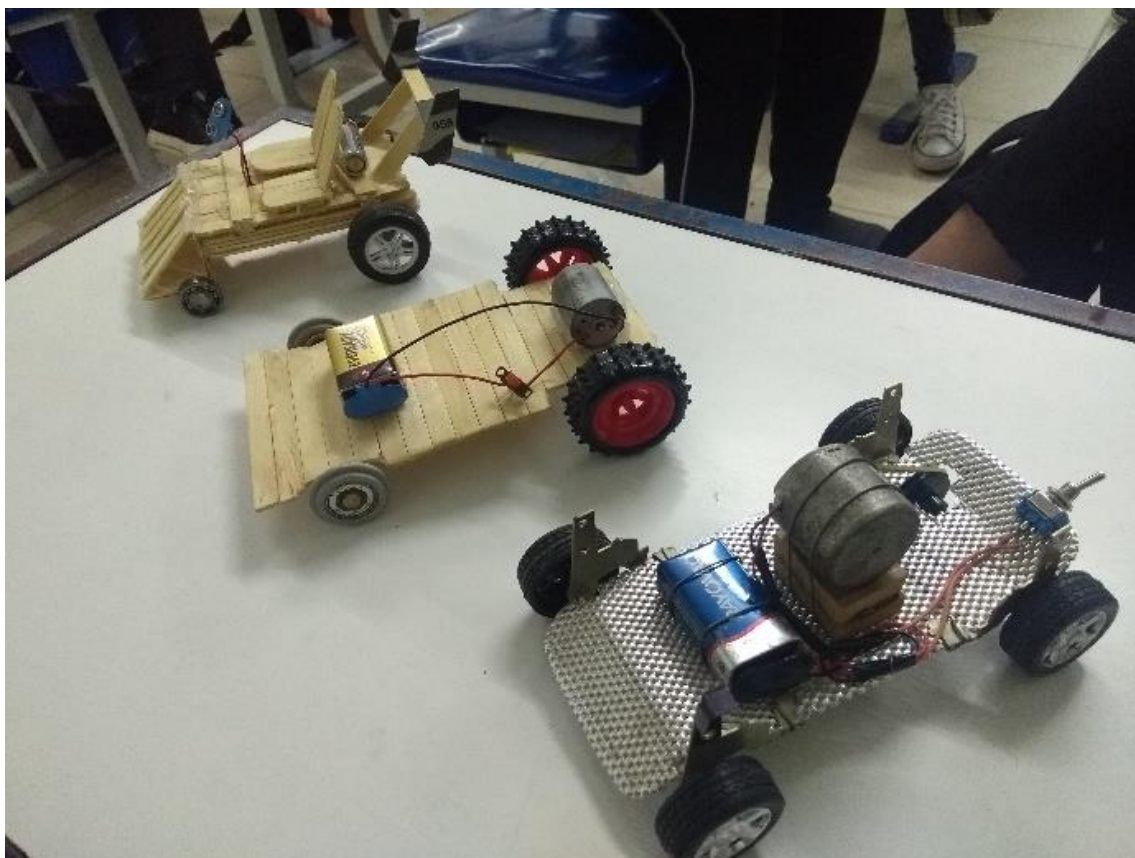


Outra vertente, que também foi explorada em sala de aula, e de grande importância na atualidade, envolve o descarte e a reciclagem de pilhas e baterias e seu impacto ambiental, uma vez que está em discussão, de forma bastante ampla na mídia, a migração de matriz energética dos motores a combustão para motores elétricos.

### 3.2 O CARRINHO ELÉTRICO NA VISÃO DOS ESTUDANTES

MUITOS ACREDITAM QUE VEÍCULOS ELÉTRICOS SEJAM PRODUTO DO MUNDO TECNOLÓGICO ATUAL, MAS ESSES VEÍCULOS JÁ ERAM A OPÇÃO DE MUITA GENTE NOS EUA NO COMEÇO DO SÉCULO PASSADO. NO ENTANTO, COMO HOJE, NÃO ESTAVA CLARO NAQUELA ÉPOCA QUAL MÉTODO DE PROPULSÃO IMPULSIONARIA O CARRO DO FUTURO.

O CARRO ELÉTRICO ESTAVA SOB PRESSÃO NESSA COMPETIÇÃO. OS AUTOMÓVEIS DE VAPOR FUNCIONAVAM DE FORMA SIMILAR A QUALQUER OUTRA MÁQUINA A VAPOR. A POSSIBILIDADE DE EXPLOSÕES PREOCUPAVA, MAS A ENERGIA DO VAPOR ERA UMA VELHA CONHECIDA, EM QUEM AS PESSOAS CONFIAVAM. A GASOLINA VENCEU A DISPUTA PORQUE A ELETRICIDADE E O VAPOR NÃO PROPORCIONAVAM AUTONOMIA SUFICIENTE. **(PM)**



A aluna **LA**, complementou via Edmodo, apresentando o motor Stirling com suas vantagens e desvantagens:

O MOTOR STIRLING FOI INVENÇÃO DE UM PASTOR ESCOCÊS, ROBERT STIRLING NO ANO DE 1816. COM AUXÍLIO DE SEU IRMÃO, O INVENTOR BUSCAVA SUBSTITUIR OS MOTORES A VAPOR, QUE CAUSAVAM MUITOS ACIDENTES.

## **NO QUE CONSISTE O MOTOR STIRLING?**

- CONSISTE EM UM MOTOR DE COMBUSTÃO EXTERNA, QUE UTILIZA O AR AQUECIDO (PELA COMBUSTÃO) COMO FLUIDO DE TRABALHO.
- ESSE MOTOR POSSUI SOMENTE DUAS CÂMARAS QUE DIVERGEM SOMENTE EM SUAS TEMPERATURAS.
- AS FONTES DE CALOR UTILIZADAS NO FUNCIONAMENTO DESSES MOTORES É POUCO RESTRITA, PODENDO SE UTILIZAR QUASE TODAS, BASTANDO APENAS, A DIFERENÇA DE TEMPERATURA ENTRE AS CÂMARAS.
- A DILATAÇÃO DO AR NESSAS CÂMARAS MOVE UM PISTÃO, GERANDO TRABALHO MECÂNICO.
- O MOTOR STIRLING NÃO EMITE GASES POLUENTES, SENDO CONSIDERADOS DE CICLO FECHADO.
- A EFICIÊNCIA DESSES MOTORES STIRLING ULTRAPASSA A DOS MOTORES A COMBUSTÃO INTERNA ( SUPERAM OS MOTORES MOVIDOS A DIESEL E GASOLINA).

## **O CICLO STIRLING**

- É UM CICLO TERMODINÂMICO REVERSÍVEL E CÍCLICO DIVIDIDO EM QUATRO FASES.
- EXPANSÃO ISOTÉRMICA: PROCESSO EM QUE O AR DO MOTOR ABSORVE O CALOR DAS FONTES EXTERNAS.
- RESFRIAMENTO ISOVOLUMÉTRICO: O VOLUME SE MANTÉM CONSTANTE, POIS O AR LOCALIZADO NO MOTOR TRANSFERE CALOR PARA O MEIO EXTERNO.
- COMPRESSÃO ISOTÉRMICA: PROCESSO EM QUE HÁ UM AUMENTO GRADATIVO DA PRESSÃO DO MOTOR, ATRAVÉS DA CONTRAÇÃO SOFRIDA PELO AR CONTIDO NO CILINDRO DO MOTOR.
- AQUECIMENTO ISOVOLUMÉTRICO: PROCESSO QUE ENVOLVE TRANSFERÊNCIA DE CALOR DA FONTE QUENTE PARA O AR CONTIDO NO CILINDRO DO MOTOR. OCORRE A VOLUME CONSTANTE.

## **VANTAGENS**

- CAUSAM POUCA POLUIÇÃO.
- SÃO SILENCIOSOS.
- PODEM USAR QUASE TODAS AS FONTES DE CALOR.
- SÃO MOTORES DE ALTO RENDIMENTO.

## **DESVANTAGENS**

- POSSUEM UM CUSTO ELEVADO POR NÃO SER POPULAR.
- O SISTEMA DE VEDAÇÃO DE GASES É DE DIFÍCIL CONTROLE.
- A MUDANÇA DE VELOCIDADE DA ROTAÇÃO DO MOTOR É COMPLEXA.
- EMBORA O MOTOR STIRLING SEJA MAIS VANTAJOSO E MAIS EFICIENTE, ELE É BOICOTADO PELAS INDÚSTRIAS PETROLÍFERAS, POIS APRESENTAM DESVANTAGENS PARA ELAS, POR A GASOLINA NÃO SER A ÚNICA FONTE DE ENERGIA CAPAZ DE SER USADA NESSE MOTOR, MAS SER APENAS MAIS UMA DENTRE MUITAS OUTRAS.

Aproveitando o clima das pesquisas, apresentei, via Edmodo, meu vídeo com um carrinho de motor Stirling, e, posteriormente, fizemos o experimento em sala.

Brincando com o carrinho stirling



Os conteúdos trabalhados, bem como os experimentos desenvolvidos em sala de aula, e também fora dela, funcionaram como facilitadores do aprendizado do conteúdo de Eletroquímica, além de trazerem impactos extremamente positivos na conscientização ambiental dos estudantes envolvidos, como também na comunidade nas proximidades da escola.

### 3.3 A MONTAGEM DO CARRINHO ELÉTRICO

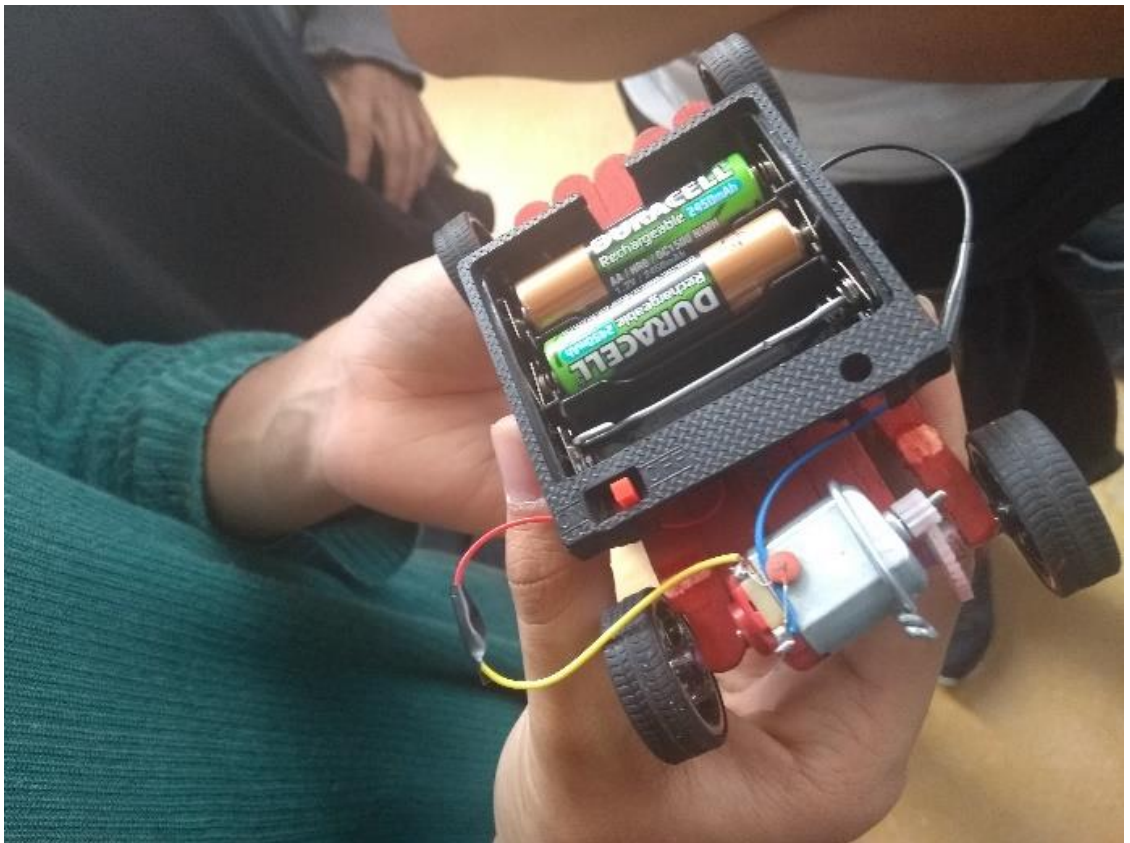
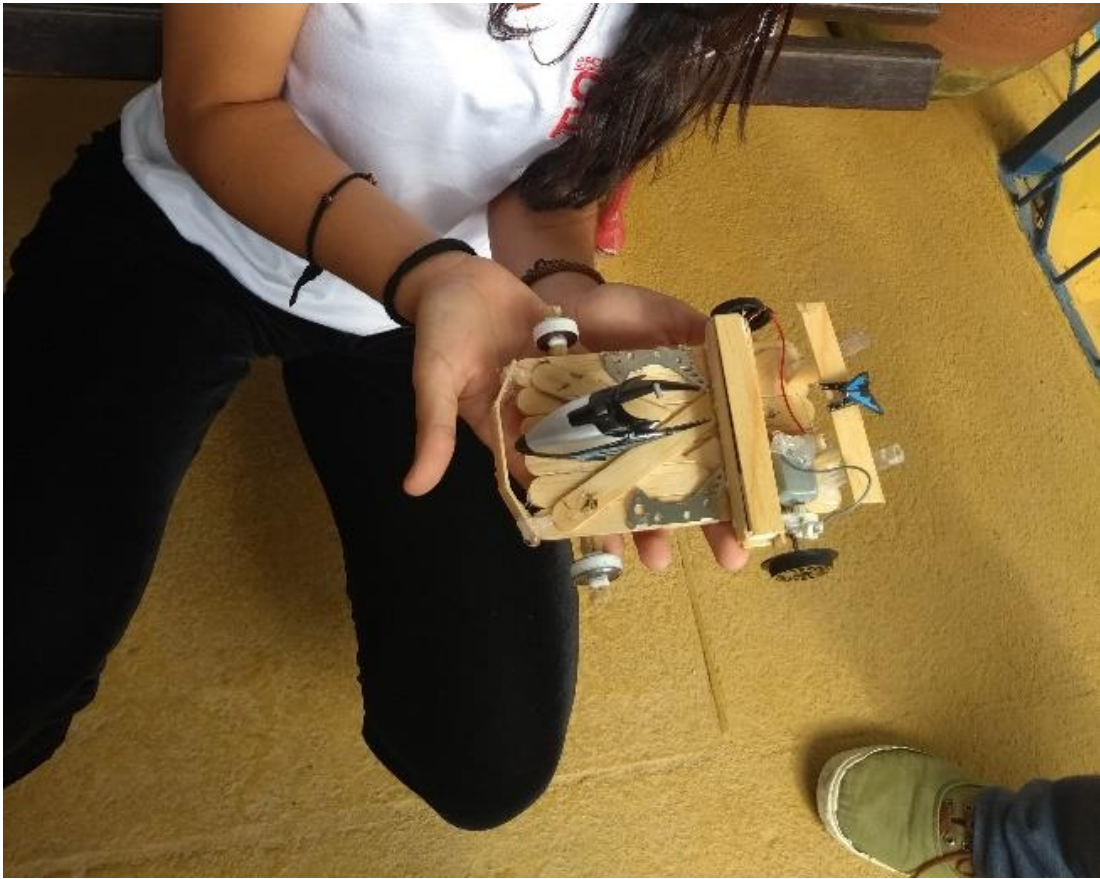
Os grupos montaram seus protótipos em sala de aula, com auxílio do professor. Nem todos apresentaram habilidade com peças pequenas, cola quente, alicates e chaves de fenda. Cada aluno foi orientado a ajudar o outro da melhor maneira possível para que o protótipo fosse montado no mesmo dia, sendo que os testes e acertos puderam ser feitos fora da sala de aula ou em casa.

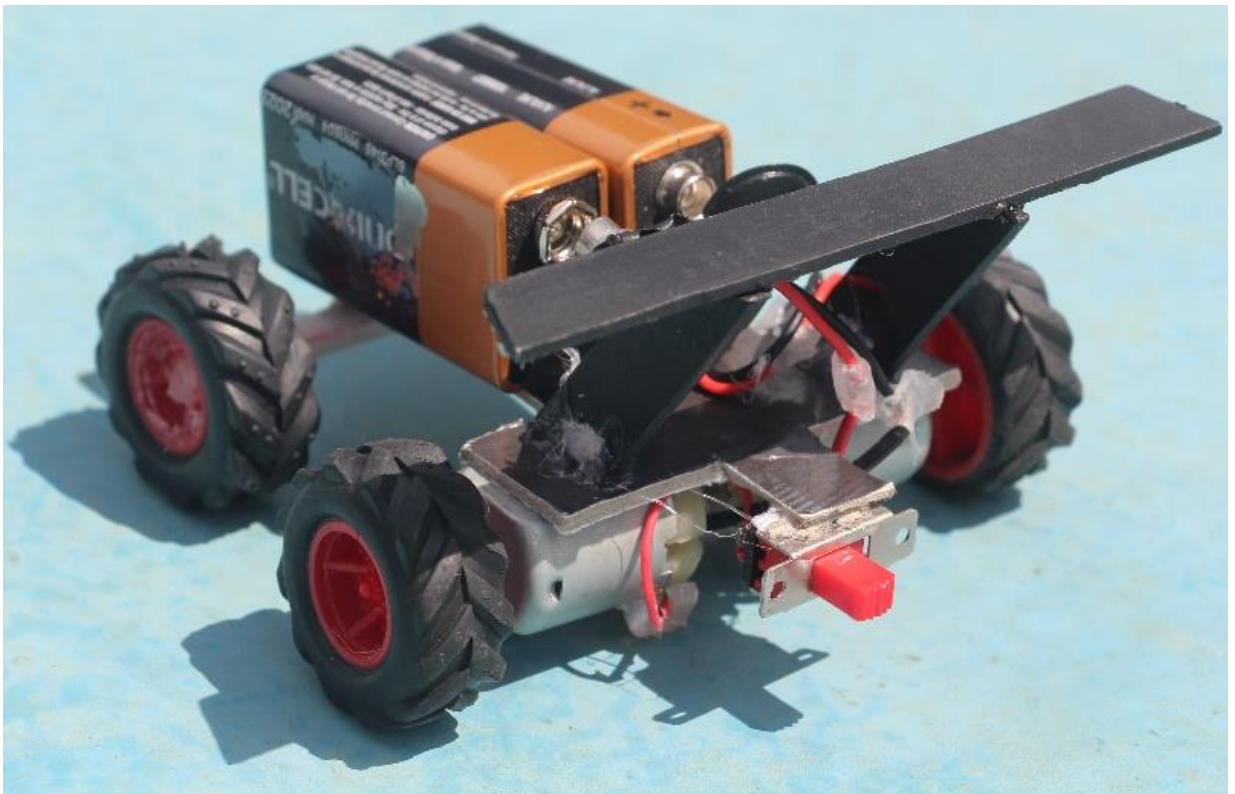
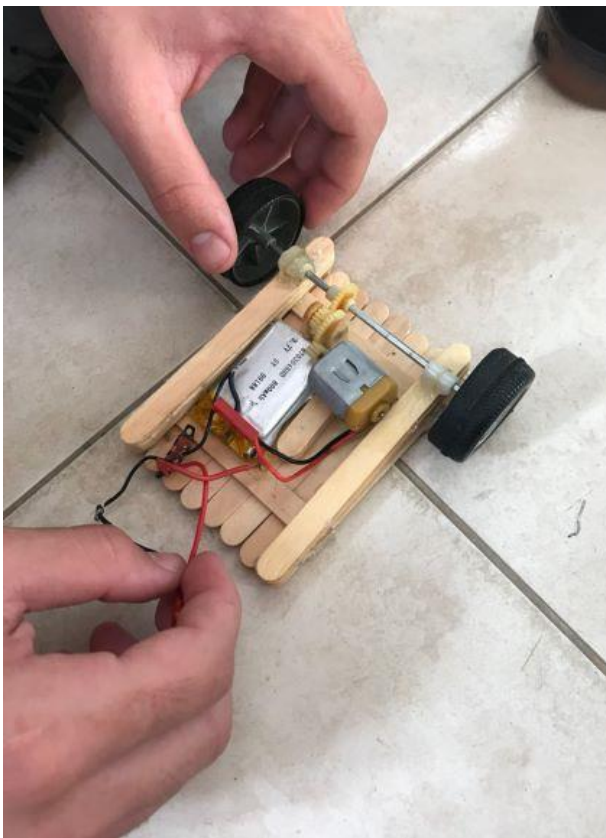


Aprender de uma forma lúdica é mais fácil de entender, de visualizar como funciona realmente. O que vemos só na teoria, como na metodologia clássica, se torna desinteressante e cansativo, exaustivo, o que não ocorre com uma metodologia ativa, pois nesta sempre há algo novo e inspirador.

Além disso, a liderança, a comunicação interpessoal e o respeito pelo colega, desenvolvidos nessa fase, são características preparatórias para o mercado de trabalho futuro.







Entre as equipes de montagem dos carrinhos, houve um grupo composto apenas por meninas. Esse grupo surpreendeu a todos com um carrinho feito de garrafa PET.



A receita, nas palavras das autoras, é a seguinte:

### **MATERIAIS UTILIZADOS**

- 1 GARRAFA PEQUENA (250ML)
- 1 BATERIA 9V
- 2 MOTORES DE MANETE DE VÍDEO GAME
- 4 RODAS DE CARRINHO DE BRINQUEDO
- 2 COTONETES
- 1 EIXO
- 1 CONECTOR DE BATERIA
- 1 INTERRUPTOR PEQUENO
- 2 FIOS
- FITA ISOLANTE
- FITA DUPLA FACE
- ESTILETE

### **MONTAGEM**

ABRIMOS A PARTE DE CIMA DA GARRAFA COM ESTILETE PARA COLOCARMOS A BATERIA E OS MOTORES (COLADOS COM FITA ISOLANTE) LIGADOS AO EIXO DAS RODAS TRASEIRAS FEITO COM COTONETE. DEPOIS QUE O MOTOR JÁ ESTAVA NO LUGAR, USAMOS O CONECTOR DE BATERIA UTILIZANDO OS DOIS FIOS, E NO FIO NEGATIVO (-) COLOCAMOS O INTERRUPTOR. COLOCAMOS AS RODAS DA FRENTE JUNTO COM O EIXO. PARA COLOCAR OS EIXOS (UM FEITO COM COTONETE E O OUTRO JÁ PRONTO), FIZEMOS FURO NA GARRAFA.



### 3.3 A CORRIDA DOS CARRINHOS ELÉTRICOS

Nesta etapa, retornamos à pergunta motivadora e oferecemos um *feedback* através de uma proposta inusitada que mudou a rotina diária do Ensino Médio: “Vamos fazer uma corrida de carrinhos na escola?”



A Corrida Maluca, como foi batizada pelos alunos, incluiu um convite extensivo aos alunos do Ensino Médio, como um todo, para a formação de equipes que deveriam competir em uma corrida, na quadra da escola, com seus protótipos. As equipes eram mistas, seja em sexo, idade ou série. O primeiro passo foi a criação de um regulamento, discutido entre os alunos de primeiro e do segundo ano, tendo sido organizado e postado pela aluna LL:

#### REGULAMENTO DA CORRIDA MALUCA

1. RAIA NA VERTICAL (DE GOL A GOL).
2. CARRINHOS DE CADA VEZ COM ELIMINAÇÃO (AO TODO 8 CARRINHOS; 3 DO PRIMEIRO ANO E 5 DO SEGUNDO ANO).
3. TRÊS JURADOS (IMPARCIAL).
4. SE O CARRINHO BATER NA RAIA, OS JURADOS RETORNARÃO COM O CARRINHO À CORRIDA.

5. QUALQUER ATO DE TRAPAÇA, O GRUPO SERÁ ELIMINADO.
6. OS INTEGRANTES DO GRUPO PODERÃO FICAR DENTRO DA QUADRA. OS ESPECTADORES FICARÃO FORA.
7. TER CÂMERAS NA LARGADA E NA CHEGADA, PARA, CASO HAJA EMPATE, OU DÚVIDAS NAS DECISÕES, OU CASO DE TRAPAÇA.
8. OS CARRINHOS DEVERÃO TER NOMES OU CORES DIFERENTES.



Retomamos a pergunta motivadora, pois agora deveriam propor uma nova solução e transmitir aos seus colegas, fossem da equipe ou não, os conhecimentos que haviam adquirido. No PBL os alunos devem ser ativos no processo de 'aprender a aprender', aprendendo a fazer, sendo participativos e responsáveis por seu conhecimento, a fim de desenvolver e aperfeiçoar a autonomia da aprendizagem e do trabalho em equipe.



O ambiente escolar estava diferente, modificado, pois os estudantes estavam vibrando com o novo desafio, e, agora, sendo requisitados e estimulados a serem pesquisadores, criadores de soluções.

Oportunizar, na sala de aula, um espaço lúdico e diferenciado, onde todos, de acordo com suas limitações e gostos, puderam trabalhar em conjunto, foi de extrema importância. Foi o que possibilitou um desenvolvimento individual sólido, que permitiu ao estudante interferir de forma eficaz em sua realidade social.

O relato da estudante **LL** demonstra isso:

COM A CONFEÇÃO DO CARRINHO ELÉTRICO, APRENDI A MANUSEAR FERRAMENTAS QUE EU NÃO SABIA ANTES. QUEBREI A CABEÇA PARA ALINHAR AS RODAS, POIS ELAS ESTAVAM FAZENDO COM QUE O CARRINHO ANDASSE VIRANDO PARA A DIREITA. E APRENDI A TER **MUITA** PACIÊNCIA.

MAS, ACIMA DE TUDO, EU E OS MEUS COLEGAS DE CLASSE APRENDEMOS A TRABALHAR EM GRUPO, A SABER OUVIR OPINIÕES DISTINTAS, A NÃO DESCONTAR A FRUSTRAÇÃO DO ERRO EM NINGUÉM E A SABER QUE, QUANDO ACEITAMOS UM PROJETO, ESTAMOS SUJEITOS A ERROS E ACERTOS. APRENDI A CORRER ATRÁS DAS INFORMAÇÕES, POIS ELE – O CARRINHO – NÃO SE MONTARIA SOZINHO.

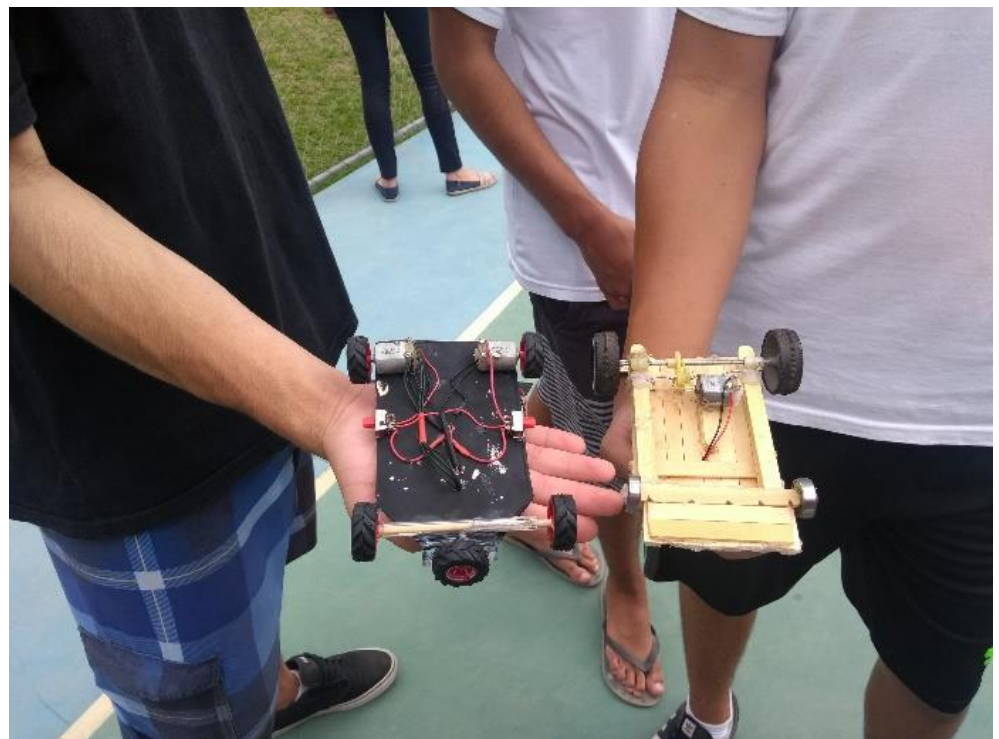
ENFIM, AO FINAL DO PROJETO, ENTENDI QUE NÃO SE TRATAVA APENAS DE PONTOS EXTRAS E UM SIMPLES TRABALHO MANUAL, E, SIM, TIRAR APRENDIZAGEM DAS PEQUENAS COISAS; A CADA ACERTO ERA UMA FELICIDADE DIVIDIDA ENTRE VÁRIAS PESSOAS, E A CADA ERRO VÍAMOS UM GRUPO UNIDO TENTANDO FAZER COM QUE DESSE CERTO, E CONSEGUIMOS! TENHO CERTEZA DE QUE NÃO SÓ EU, COMO TODOS OS ALUNOS DO SEGUNDO ANO, TENHO UM SENTIMENTO DE GRATIDÃO ENORME! OBRIGADA POR ISSO!

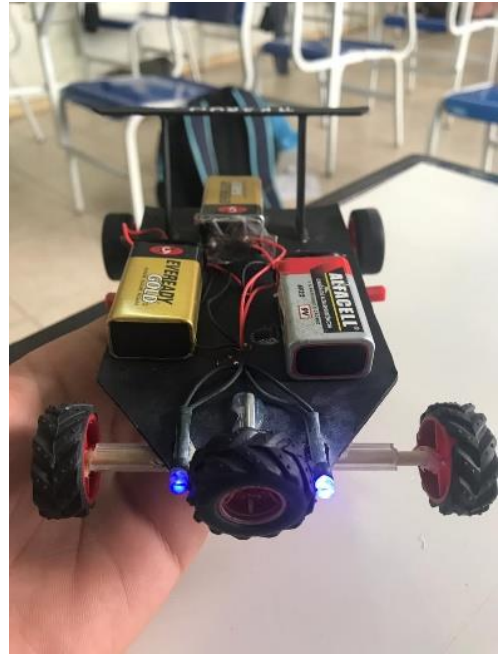


O dia da Corrida Maluca fez da escola um local de ócio como deveria ser sempre. Todas as séries, incluindo as da Educação Infantil, puderam brincar e aprender um pouco mais que nos dias considerados normais.



O evento foi o ápice dos experimentos. Os estudantes puderam mostrar todo o conhecimento do qual se apoderaram, através de uma competição, realizada na quadra da escola. Contaram com a presença da direção da escola, dos pais e dos amigos, além dos professores do dia.





A corrida seguiu o critério eliminatório, sendo que dois carros competiram entre si, e o mais veloz seguiu na competição, passando das eliminatórias até se ter um campeão:

