

# MNPEF

Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



UNIVERSIDADE  
FEDERAL RURAL  
DE PERNAMBUCO



## **A IMPLEMENTAÇÃO DE UM CLUBE DE ROBÓTICA E CRIATIVIDADE: UMA ESTRATÉGIA DIDÁTICA PARA FAVORECER UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NA DISCIPLINA DE FÍSICA**

RICHARDSON WILKER DA SILVA MELO

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

Orientador: Dr. Alexandro Cardoso Tenório

Recife – PE  
Janeiro de 2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE  
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

M528i Melo, Richardson Wilker da Silva  
A implementação de um clube de robótica e criatividade: uma  
estratégia didática para favorecer uma aprendizagem significativa na  
disciplina de física / Richardson Wilker da Silva Melo. – 2019.  
130 f. : il.

Orientador: Alexandro Cardoso Tenório.  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de  
Pernambuco, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física,  
Recife, BR-PE, 2019.

Inclui referências, anexo(s) e apêndice(s).

1. Física – Estudo e ensino 2. Aprendizagem 3. Robótica  
I. Tenório, Alexandro Cardoso, orient. II. Título

CDD 530

**A IMPLEMENTAÇÃO DE UM CLUBE DE ROBÓTICA E CRIATIVIDADE – UMA  
ESTRATÉGIA DIDÁTICA PARA FAVORECER UMA APRENDIZAGEM  
SIGNIFICATIVA NA DISCIPLINA DE FÍSICA**

**RICHARDSON WILKER DA SILVA MELO**

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

Aprovado por:

---

Dr. Alexandro Cardoso Tenório

---

Dr. Antônio Carlos da Silva Miranda

---

Dra. Ana Paula Teixeira Bruno Silva

Recife – PE  
Janeiro de 2019

Dedico essa dissertação a todos os professores guerreiros em sua arte de construir conhecimentos, em especial ao meu colega Paulo (in memória) que não teve a oportunidade de concluir seus sonhos.

## AGRADECIMENTOS

A Deus.

Aos meus professores do MNPEF, que com muita técnica e conhecimento, proporcionaram uma grande oportunidade de crescimento pessoal e profissional, em especial ao professor Dr. Alexandro Tenório, pelo auxílio na construção dessa dissertação, onde sua orientação iniciou no momento em que tivemos sua primeira aula na disciplina Processos e Sequências de Ensino e Aprendizagem em Física no Ensino Médio.

Ao coordenador do curso Adalto José Ferreira de Souza, pelo acolhimento e compromisso com nossa causa estudantil ao sermos transferidos de polo.

Aos meus colegas de caminhada durante o curso, esses que dividimos sentimentos de anseios, dificuldades e até de revolta em certos momentos, vocês também foram fundamentais para o equilíbrio de conhecimentos e superações.

À CAPES, pelo apoio financeiro com a bolsa de estudo.

Aos “caroneiros”, que nos finais de semana faziam companhia durante as viagens de ida e volta entre Garanhuns e Recife, esses que contribuíram com aquela valiosa ajuda na gasolina e diminuiu assim minha despesa para a concretização do curso.

À estadia das sextas-feiras na casa de meu amigo Luiz Fernando e Adriana, e claro as meninas Manu e Helena que dividiam a casa com o tio que aparecia lá a cada 8 dias.

Aos meus pais e irmão, pelo apoio e incentivo nessa jornada, sem os conselhos e sem as palavras de edificação seria mais difícil a jornada.

A minha esposa Rigele e aos meus dois filhos, Rian e Raí, pois conseguiram compreender minhas ausências nos finais de semana durante as viagens e até minha ausência participativa nos momentos de diversão em casa, devido aos estudos necessários das disciplinas e realizações de trabalhos, até o fim, que é a concretização dessa dissertação.

## RESUMO

O presente trabalho é uma estratégia didática utilizando a Robótica Educacional no ensino médio, para favorecer uma aprendizagem na perspectiva significativa de conceitos na disciplina de Física, onde propomos uma metodologia relacionada às construções de robôs a partir do kit LEGO® Mindstorms 9797, e consequente estudo dos conceitos físicos relacionados, com discussão em grupos, incentivando o processo educativo na forma de colaboração e desenvolvimento da criatividade. Nesse trabalho, também está contida a discussão da implementação de novas formas de utilização das TICs no ensino e, assim, proporcionar uma pré-disposição para que os estudantes possam se sentir sujeitos da sua própria aprendizagem. Ao final do trabalho são apresentados e discutidos os resultados observados durante a aplicação das atividades e dos questionários aplicados, para evidenciar ou não as propostas que o ensino de Física, a partir da robótica, pode ser uma estratégia usada como facilitadora da aprendizagem. Esse trabalho pode guiar ações metodológicas para professores que trabalham com Robótica, ou para aqueles que queiram iniciar essa metodologia com seus alunos, dando ênfase ao estudo de conceitos físicos e também à iniciação científica.

Palavras chave: Ensino de Física, Robótica Educacional, Aprendizagem significativa.

## **ABSTRACT**

The present work is a didactic strategy using Educational Robotics in high school, to promote a learning from a significant perspective of concepts in the Physics discipline, where we propose a methodology related to robot constructions from the LEGO® Mindstorms 9797 kit, and consequent study of the related physical concepts, with discussion in groups, encouraging the educational process in the form of collaboration and development of creativity. In this work, the discussion of the implementation of new ways of using ICTs in teaching is also contained, thus providing a pre-provision so that students can feel the subjects of their own learning. At the end of the work, the results observed during the application of the activities and the questionnaires applied are presented and discussed, to show or not the proposals that the teaching of Physics, from robotics, can be a strategy used as a facilitator of learning. This work can guide methodological actions for teachers who work with Robotics, or for those who want to start this methodology with their students, emphasizing the study of physical concepts and also to scientific initiation.

**Keywords:** Physics Teaching, Educational Robotics, Significant Learning.

## SUMÁRIO

|  |     |
|--|-----|
| CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO .....   | 11  |
| CAPÍTULO 2: OBJETIVOS .....  | 17  |
| CAPÍTULO 3: REFERENCIAL TEÓRICO .....  | 19  |
| 3.1 – A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA .....   | 19  |
| 3.2 - O CONSTRUCIONISMO DE SEYMOUR PAPERT .....  | 21  |
| 3.3 – ROBÓTICA EDUCACIONAL .....   | 23  |
| 3.4 – O ENSINO DE FÍSICA POR INVESTIGAÇÃO .....  | 24  |
| CAPÍTULO 4: A MECÂNICA CLÁSSICA (NEWTONIANA) E A RELAÇÃO COM AS<br>ATIVIDADES APLICADAS .....                | 28  |
| 4.1 – GRANDEZAS E MEDIDAS .....  | 28  |
| 4.2 – MOVIMENTOS (POSIÇÃO, DESLOCAMENTO, VELOCIDADE E ACELERAÇÃO)....  | 29  |
| 4.3 - ENERGIA .....  | 30  |
| 4.4 – LEIS DE NEWTON .....   | 32  |
| CAPÍTULO 5: MATERIAIS E MÉTODOS .....  | 34  |
| 5.1 – HISTÓRIA LEGO® .....   | 34  |
| 5.2 – KIT LEGO® MINDSTORMS 9797 .....  | 36  |
| 5.3 – SOFTWARE NXT 2.0 PROGRAMMING .....   | 39  |
| 5.4 – METODOLOGIA LEGO® EDUCATION PARA AS AULAS DE ROBÓTICA.....   | 41  |
| CAPÍTULO 6: METODOLOGIA .....  | 44  |
| 6.1 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO CLUBE DE ROBÓTICA .....  | 45  |
| CAPÍTULO 7: ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS .....  | 52  |
| 7.1 - QUESTIONÁRIO INICIAL .....   | 52  |
| 7.2 - DISCUSSÕES DAS ATIVIDADES .....  | 55  |
| 7.3 - QUESTIONÁRIO QUALITATIVO DE RESULTADOS DO CLUBE DE ROBÓTICA  | 63  |
| 7.4 – AVALIAÇÃO DO PROCESSO METODOLÓGICO.....  | 67  |
| CAPÍTULO 8: DISCUSSÃO CRÍTICA .....  | 71  |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS .....   | 75  |
| REFERÊNCIAS .....  | 77  |
| APÊNDICE A – Produto Educacional.....  | 80  |
| APÊNDICE B – Termo de autorização para os estudantes participarem dos encontros do clube<br>de Robótica..... | 105 |
| APÊNDICE C – Questionário aplicado aos estudantes ao iniciar as atividades do Clube de<br>Robótica.....      | 106 |

|   |     |
|---|-----|
| APÊNDICE D – Questionário aplicado aos estudantes no fim da aplicação das 6 atividades propostas na metodologia. .... | 107 |
| ANEXO A – Imagens da relação de peças que acompanham o Kit LEGO® Mindstorms 9797109                                   |     |
| ANEXO B – Manual de Montagem do Bugger .....  | 112 |
| ANEXO C – Manual de Montagem do Robô Educador .....   | 115 |
| ANEXO D – Manual de montagem para o robô “frenagem” .....   | 122 |

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1- Vantagens do Construcionismo.....  | 22 |
| Figura 2- Kit LEGO® Mindstorms 9797 .....  | 36 |
| Figura 3- Peças de encaixe do LEGO®_Mindstorms 9797 .....  | 36 |
| Figura 4- Peças especiais pertencentes ao kit LEGO® Mindstorms 9797 .....  | 37 |
| Figura 5- Micro controlador NXT .....  | 37 |
| Figura 6- Motor elétrico do kit LEGO® Mindstorms 9797 .....  | 37 |
| Figura 7- Sensores de Toque do kit LEGO® Mindstorms 9797 .....   | 38 |
| Figura 8- Sensor Ultrassônico do kit LEGO® Mindstorms 9797 .....   | 38 |
| Figura 9- Sensor de luz do kit LEGO® Mindstorms 9797.....  | 39 |
| Figura 10- Sensor de som do kit LEGO® Mindstorms 9797 .....  | 39 |
| Figura 11- Screenshot da interface do software NXT 2.0 programming.....  | 40 |
| Figura 12- Screenshot da interface do software NXT 2.0 programming, com 4 blocos de comando em linha e suas opções diversas para o movimento do robô .....   | 41 |
| Figura 13- Fases da Metodologia LEGO® Education .....  | 41 |
| Figura 14- Screenshot do aplicativo para Android utilizado para controle do movimento do NXT e da potência dos motores envolvidos .....  | 49 |
| Figura 15- Colagem de diferentes montagens realizadas por alunos na atividade 4.....   | 59 |
| Figura 16- Esquema da trajetória da atividade 5 construída coletivamente .....   | 60 |
| Figura 17- Robô executando a tarefa proposta.....  | 61 |
| Figura 18- Robô que executará frenagem e seu sensor ultrassônico .....   | 61 |
| Figura 19- Fita adesiva nos pneus e piso molhado para simular situações diferentes na frenagem do robô, fazendo um paralelo com veículos que possuem pneus carecas e transitam em dias chuvosos..... | 62 |
| Figura 20- Carteira escolar que impossibilita a formação de bancadas para o trabalho da metodologia LEGO®.....   | 71 |
| Figura 21- Carteiras Escolares que dispomos atualmente na escola .....   | 71 |
| Figura 22- Algumas das revistas disponíveis da editora Zoom que acompanham o Kit LEGO® Mindstorms 9797 e trazem propostas de construções de robôs e seus desafios educacionais .                     | 73 |

## **LISTA DE TABELAS**

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1- Ações metodológicas para o ensino com base investigativa ..... | 26 |
|--|----|

## LISTA DE GRÁFICOS

|   |    |
|---|----|
| Gráfico 1- Frequência relativa referente à questão 1 do questionário inicial (Apêndice B) .....                 | 52 |
| Gráfico 2- Frequência relativa referente a questão 2 do questionário inicial (Apêndice B) .....                 | 53 |
| Gráfico 3- Frequência relativa referente a questão 3 do questionário inicial (Apêndice B) .....                 | 53 |
| Gráfico 4- Frequência relativa referente a questão 4 do questionário inicial (Apêndice B) .....                 | 54 |
| Gráfico 5- Frequência relativa referente a questão 5 do questionário inicial (Apêndice B) .....                 | 55 |
| Gráfico 6- Frequência relativa referente à questão 1 do questionário qualitativo (Apêndice C)<br>- Parte 1..... | 63 |
| Gráfico 7- Frequência relativa referente à questão 1 do questionário qualitativo (Apêndice C)<br>- Parte 2..... | 63 |
| Gráfico 8- Frequência relativa referente à questão 2 do questionário qualitativo (Apêndice C).                  | 65 |
| Gráfico 9- Frequência relativa referente à questão 3 do questionário qualitativo (Apêndice C).                  | 65 |
| Gráfico 10- Frequência relativa referente à questão 3 do questionário qualitativo (Apêndice C)                  | 66 |
| Gráfico 11- Frequência relativa referente à questão 5 do questionário qualitativo (Apêndice C)                  | 67 |

## CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO

Os adventos tecnológicos estão cada vez mais frequentes em nosso cotidiano, como na comunicação, na medicina, nos métodos informativos da imprensa, na linguagem, entre tantos aspectos. Entretanto, a escola está ficando um pouco deficitária em acompanhar tal desenvolvimento, os estudantes muitas vezes possuem mais facilidade em manusear equipamentos eletrônicos do que seus professores, porém, em contrapartida, os professores, especialmente os de ciências, têm conhecimento dos conceitos científicos que estão envolvidos nesses equipamentos.

A escola, como sendo um lugar de aprendizagem, pode possibilitar a troca dessas informações e desenvolver novas habilidades nos sujeitos envolvidos no processo, pois os elementos alunos – professores devem procurar complementar o conhecimento do outro com suas experiências.

Desta forma, é possível afirmar que a sociedade mudou e a escola precisa se aperfeiçoar, ou mesmo se reinventar, os nossos estudantes estão cada vez mais imersos numa *sociedade da informação*.

A expressão “sociedade da informação” passou a ser utilizada, nos últimos anos desse século, como substituto para o conceito complexo de “sociedade pós-industrial” e como forma de transmitir o conteúdo específico do “novo paradigma técnico-econômico”. A realidade que os conceitos das ciências sociais procuram expressar refere-se às transformações técnicas, organizacionais e administrativas que têm como “fator-chave” não mais os insumos baratos de energia – como na sociedade industrial – mas os insumos baratos de informação propiciados pelos avanços tecnológicos na microeletrônica e telecomunicações. (WERTHEIN, 2000, p. 71)

A educação não está engessada nesse processo, principalmente quando se fala sobre a quantidade de informação e métodos educativos que estão à disposição dos estudantes. Além disso, a escola não é mais aquele lugar por trás de muros, essa sociedade atual possui novas formas tecnológicas para a construção do conhecimento.

Exageros especulativos à parte, é preciso reconhecer que muitas das promessas do novo paradigma tecnológico foram e estão sendo realizadas, particularmente no campo das aplicações das novas tecnologias à educação. Educação à distância, bibliotecas digitais, videoconferência, correio eletrônico, grupos de “bate-papo”, e também voto eletrônico, banco on-line, *video-on-demand*, comércio eletrônico, trabalho à distância, são hoje parte integrante da vida diária na maioria dos grandes centros urbanos no mundo. (WERTHEIN, 2000, p. 75)

Essas mudanças nos processos educativos acontecem tanto no método que a escola adota, como na forma de construção e consolidação do currículo, que faz os estudantes pensarem sobre o porquê de aprender tal conteúdo e sua importância para o futuro pessoal e profissional.

Perto do que fazia ainda minha geração, os jovens de hoje, parece que não aceitam mais se engajar em um processo que se lhes quer impor sem que tenham sido antes convencidos de que esta via é interessante para eles ou para a sociedade. Isto vale para todos os cursos, mas talvez ainda mais para a abstração científica. Minha geração estava pronta a assinar em branco, sem ter certeza que o desvio pela abstração nos forneceria alguma coisa. Muitos jovens de hoje pedem que lhes seja mostrado de início a importância – cultural, social, econômica ou outra – de fazer este desvio. Mas nós, seus professores, estamos prontos e somos capazes de lhes mostrar esta importância? (FOUREZ, 2003, p. 110).

A questão principal aqui é identificar qual a melhor forma de favorecer a aprendizagem significativa e, ao mesmo tempo, inovar tecnologicamente nas aulas, contemplado um currículo cada vez mais amplo, voltado também para as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC)?

A realidade tem demonstrado que, cada vez mais, os estudantes parecem desestimulados, pois acabam recebendo um currículo desinteressante e sem conexão com seu cotidiano, sendo que a escola e o sistema educativo não conseguem fazer com que os estudantes se sintam imersos no que é oferecido. Muitas vezes, os alunos não fazem um paralelo com fenômenos naturais e o cotidiano, nesse caso, um estudo mais colaborativo de experimentos e um envolvimento maior com a prática pode estimular a busca e o prazer pelo conhecimento por parte desses estudantes.

É a partir do seu envolvimento ativo, que o aluno torna-se corresponsável desse processo, podendo, desejavelmente, desenvolver habilidades relacionadas à metacognição, ou seja, aprendendo a aprender. Obviamente, essa é uma estrada longa e para que possamos auxiliá-lo nessa caminhada, é preciso que nós professores, tenhamos em mente a íntima relação entre o engajamento cognitivo e as possibilidades de interação dos estudantes entre si, com o professor e com o material didático. (ARAÚJO e VEIT, 2008, p. 1)

A interação dos estudantes e a mediação do professor seriam pontos importantes na construção do conhecimento, a partir de materiais tecnológicos. Obviamente, se faz necessário explorar todas as possibilidades de trabalho e deixar que o estudante possa trazer contribuições para o processo, incentivando, assim, a criatividade no desenvolvimento de ideias.

O presente trabalho visa explorar uma estratégia possível para minimizar os problemas da construção do conhecimento, com o auxílio do material LEGO® e o trabalho com robótica educacional, existentes na Escola de Referência em Ensino Médio Nossa Senhora do Perpétuo Socorro, Capoeiras-PE, sendo que o trabalho se deu na criação de um CLUBE DE ROBÓTICA com estudantes, a fim de melhorar a aprendizagem, para que se possa ter uma aprendizagem na perspectiva significativa dos conteúdos trabalhados na disciplina de Física. Nesse caso procura-se a aquisição de novos conhecimentos, fugindo da memorização por si só.

As tarefas de aprendizagem por memorização, como é óbvio, não se levam a cabo num vácuo cognitivo. Podem relacionar-se com a estrutura cognitiva, mas apenas de uma forma arbitrária a literal que não resulta na aquisição de novos significados. (AUSUBEL,2003)

Foram utilizados o clube de robótica e criatividade durante o ano letivo de 2017 e início de 2018 de forma experimental, tendo como propósito estender e aprimorar o projeto, que possibilitou observar, através de instrumentos avaliativos não tradicionais, o desenvolvimento cognitivo, atitudinal e procedimental do estudante em relação aos conteúdos de Física em áreas distintas, fazendo sempre o *loop* entre tantos conhecimentos, realizando a integração dos mesmos.

O principal material utilizado nesse trabalho foi um kit de Robótica Educacional – LEGO® MINDSTORMS 9797, que foi explorado em montagens diversas, procurando contemplar conteúdos de Mecânica, que são estudados no primeiro ano do Ensino Médio. Esse kit possui peças que possibilitam explorar e desenvolver a criatividade e a autonomia dos estudantes. Foi considerado, ainda, no conjunto de materiais significativos que foram utilizados, o software NXT 2.0 PROGRAMMING, que possibilitou a análise e comprovação de fenômenos diversos. Ao longo deste trabalho, o leitor terá a oportunidade de conhecer melhor esses importantes elementos.

Nesse trabalho, foi vivenciado constantemente o tema Ciência e Tecnologia, e a discussão sobre a pseudociência. Esse tema está muito presente no dia a dia dos estudantes, e que, por muitas vezes, a escola não oportuniza um trabalho mais específico sobre o mesmo.

A tecnologia está presente no cotidiano desses estudantes, uma relação entre estudo e a compreensão da relação entre o desenvolvimento das Ciências e o advento de materiais tecnológicos é de suma importância, para que futuras gerações possam continuar a estudar e desenvolver materiais tecnológicos, que possam ajudar a tornar a vida das pessoas mais fácil, em diferentes contextos.

O currículo de Física do 1º ano do Ensino Médio, começa com os estudos de Mecânica Clássica, ramo da física que possui uma importância indiscutível, pois relaciona muitos conceitos vivenciados no cotidiano, e a experimentação dos mesmos possibilita uma melhor compreensão e construção de conceitos e desconstruções de mitos ou conceitos, baseados no senso comum.

O trabalho aqui discutido, teve como conteúdos trabalhados diretamente: movimentos, trajetória, atrito, inércia, força e trabalho. De forma secundária, as discussões tornaram-se amplas em conteúdos físicos e interdisciplinares, tais como: ondas mecânicas e eletromagnéticas, utilizados no funcionamento dos sensores, lógica de programação, eletromagnetismo. As definições e conceitos dos conteúdos trabalhados, bem como as definições matemáticas importantes, estão apresentadas ao decorrer do trabalho.

As dificuldades no ensino/aprendizagem na disciplina de Física existem, porém elas não podem impedir ou limitar o processo de ensino. Nesse sentido, optou-se em utilizar um material que já disponível, o Kit LEGO® de Robótica e obter experimentos e estudos de forma simples, com a finalidade de desenvolver melhor os conceitos Físicos através da experimentação, essa que tem o potencial de trabalhar as dimensões procedimental e atitudinal do conteúdo, criação de protótipos que simulam situações do cotidiano e discussão dos resultados obtidos, no grande grupo, aproveitando a mediação do professor e a experiência das atividades para a facilitar a construção do conhecimento.

O experimento nas salas de aulas de ciências são momentos aguardados com muita ansiedade e expectativa pelos alunos. Existe quase sempre a certeza que uma experiência envolva tubos de ensaio, produção de fumaça e algum aspecto mágico, como mudança de cor etc. Não se deve frustrar essa expectativa, mesmo se ela reflete uma certa distorção do verdadeiro papel do estudo dos conteúdos científicos na escola e sua aplicação na vida diária. No entanto, ao mesmo tempo, é necessário proporcionar aos alunos oportunidades de reflexão e ação mais realistas, de maneira que eles possam entender que a importância da Ciência está ligada muito mais a posturas cotidianas, a maneira de posicionar-se diante do desconhecido, de problematizar situações que pareçam oferecer nenhuma dúvida, de perceber que existem maneiras diferentes de entender o mundo. (BIZZO, 2009, p. 96, 97)

O trabalho com robótica, e com o clube de criatividade como um todo, requer organização do tempo e disposição dos envolvidos no projeto, por isso, o mesmo deve acontecer de forma contínua durante todo o ano, isso pode até parecer exagero, porém, a quantidade de opções relacionadas à robótica é muito extensa, como também as atividades são cíclicas e se for definido a elas um tempo curto, os objetivos esperados não serão contemplados.

A escola precisa proporcionar oportunidades para que os estudantes estejam engajados e determinados à busca da aprendizagem, assim, não se pode ter a construção do conhecimento se a metodologia fracassa, se os mesmos não se sentem sujeitos de sua própria aprendizagem, os processos educativos precisam se adequar à uma nova sociedade e aos novos costumes e práticas tecnológicas. Segundo Moran (2000, p. 137), o campo da educação está muito pressionado por mudanças, assim como acontece com as demais organizações. Percebe-se que a educação tem um grande potencial para ajudar na transformação da sociedade, e isso está atrelado a diversas esferas, como a social, política e cultural.

Tempo, espaço e trabalho são afetados pelas dinâmicas que reconfiguram nossas relações, nossa maneira de ser/estar no mundo. Embora seja um processo marcadamente econômico, há nisso uma lógica que impõe outros modos de organização da vida, que se espraia pelo social, cultural, político-educacional, demandando rearranjos e criações humanas que nos possibilitem interagir com o novo, compreender o desconhecido. (ALONSO, 2008, p.748)

Nesse contexto de mudança social, o professor, juntamente com a escola, precisa se reinventar, pois as Tecnologias da Informação e Comunicação estão presentes no cotidiano e a metodologia das aulas ainda estão se consolidando com essas mudanças tecnológicas.

Do ponto de vista pedagógico, o uso das TIC no contexto escolar e as significações sobre elas têm implicado transformações que relativizam a função do professor como transmissor de conhecimento, deslocando o centro da questão para o “protagonismo” dos alunos. O problema é que a escola, como instituição, está ainda marcada pela lógica da transmissão, fazendo colidir a lógica das TIC e a lógica escolar. (ALONSO, 2008, p. 755)

A metodologia adequada para as TICs é fundamental para o sucesso dos objetivos educacionais, não basta simplesmente utilizar computadores nas salas de aulas e continuar com a velha prática de memorização, ou qualquer outra prática tradicional, que valorize a “transmissão de conhecimento”, é necessária a adequação da tecnologia à prática pedagógica dos professores, e claro, a interação mais presente e participativa dos estudantes.

O uso de tecnologia, por si só, não garante melhoria à educação. Num exemplo tolo, poderíamos tomar uma invenção simples como o lápis: ele poderia ser usado para escrever um artigo memorável, para fazer uma batucada na carteira ou para furar os olhos de outra pessoa. Assim acontece com a tecnologia. Dependendo como é utilizada, pode revolucionar ou perpetuar as estruturas de ensino existentes. Acontece que a ideia tradicional de escola está tão profundamente enraizada na imagética e atitudes dos atores, que quando são propostas algumas formas de adoção de tecnologia tende-se a imaginar como esta pode auxiliar na melhoria dos métodos conhecidos de ensino e aprendizagem – e raramente são repensados os processos fundamentais que operam no ambiente escolar (SOUZA apud SILVA; SILVA, 2005, p. 127).

Essa transformação só poderá trazer bons frutos, com a discussão de novas práticas, com o envolvimento de metodologias mais participativas e com a autonomia dos estudantes em relação à sua própria aprendizagem, com a mudança de visão dos professores, que passarão a utilizar em suas aulas, materiais facilitadores da aprendizagem e, também, possam adquirir uma característica de mediação, fazendo um contraponto ao professor tradicional, que em muitos casos seria um repetidor de conceitos.

## CAPÍTULO 2

### OBJETIVOS

Os objetivos no processo ensino-aprendizagem possuem um caráter de extrema importância, pois é a partir deles que são definidas as estratégias e consolidada a prática pedagógica, que direciona as atividades dos docentes para o alcance dos objetivos pretendidos.

Também é importante repassar esses objetivos aos estudantes, pois desta forma, os mesmos estarão cientes de qual a finalidade daquela metodologia, existindo assim uma apropriação do processo, não sendo apenas algo definido para e pelo professor.

Uma das prerrogativas para o sucesso da relação ensino-aprendizagem é entrar na sala de aula com alguns (até mesmo poucos) objetivos perfeitamente definidos. Ressalta-se que a definição e conhecimento dos objetivos não devem ser restritos a figura do professor, mas sim amplamente divulgados entre o quadro de discentes, em vários momentos da aula. [...], de forma que o aluno perceba claramente a condução do ensino em cada aula. (PELISSONI, 2009, p. 131).

Essa ideia só vem a corroborar com a necessidade de o estudante também conhecer o que se espera dele, e juntos, os professores poderem trabalhar e construir o objetivo para aquele momento ou processo.

Desta forma, os objetivos para o presente trabalho são:

- Desenvolver uma aprendizagem na perspectiva significativa na área das ciências, voltada para a disciplina de Física, como também de forma interdisciplinar envolvendo outras disciplinas afins;
- Utilizar o material LEGO® para o desenvolvimento criativo e tecnológico;
- Criar um grupo que estará em constante estudo dos fenômenos físicos na natureza e no cotidiano dos estudantes;
- Promover a compreensão da importância da ciência e tecnologia para o cotidiano do estudante, fazendo com que o mesmo possa se sentir sujeito de criação e conhecimento próprio;
- Promover a divulgação das atividades realizadas na escola para troca de informações, críticas e sugestões para melhorar o processo ensino aprendizagem;

- Discutir informações que não estão totalmente contempladas no currículo, mas que estão presentes na mídia e nos sites de divulgação científica, promovendo assim, um diálogo entre escola e cotidiano dos estudantes;
- Combater a pseudociência e promover um senso crítico das explicações possíveis de um certo fenômeno, estimulando o ato da pesquisa e da iniciação científica.

## **CAPÍTULO 3**

### **REFERENCIAL TEÓRICO**

Um profissional, que leciona Física no Ensino Médio, não pode apenas se ater aos conteúdos pré-estabelecidos numa grade e, simplesmente, desconsiderar o contexto social que o estudante está inserido. Além disso, é preciso analisar se o mesmo possui conhecimento prévio sobre o que se pretende ensinar e suas dificuldades na área da matemática, essa que, muitas vezes, é cobrada de forma exagerada pelos profissionais da área.

Não se pode, também, propor uma metodologia onde o estudante é apenas um expectador do processo de ensino/aprendizagem, um repetidor de fórmulas e conceitos que, por muitas vezes, são vazios a sua compreensão de mundo, não percebendo uma relação com seu cotidiano.

Considerando que essa dissertação de Mestrado do curso do MNPEF, tem como objetivo principal, promover uma formação mais apropriada aos profissionais que lecionam Física no ensino básico, não poderiam deixar de serem destacados, os estudos em relação ao desenvolvimento cognitivo do estudante com base na Aprendizagem Significativa de David Ausubel, uma rápida discussão sobre o Construcionismo de Seymour Papert, uma abordagem sobre Robótica Educacional e o ensino de Física por investigação, já que esse último será a metodologia principal utilizada no trabalho com os estudantes.

#### **3.1 – A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

Para Ausubel apud Moreira (1963, p. 58), a aprendizagem significativa é o mecanismo humano, por excelência, para adquirir e armazenar a vasta quantidade de ideias e informações representadas em qualquer campo do conhecimento. Apesar de ser uma teoria fundamentada há muito tempo, os profissionais de educação no Brasil não se inteiraram da mesma, e, algumas vezes, a utilizam de forma equivocada.

Atualmente as palavras de ordem são aprendizagem significativa, mudança conceitual, ensino centrado no aluno e construtivismo. Um bom ensino deve ser construtivista, estar centrado no estudante, promover a mudança conceitual e facilitar a aprendizagem significativa. É provável que a prática docente ainda tenha muito do behaviorismo, mas o discurso é cognitivista/construtivista/significativo. Quer dizer, pode não ter havido, ainda, uma verdadeira mudança conceitual nesse sentido, mas a retórica mudou. (MOREIRA, 2011, p. 25)

A aprendizagem, na perspectiva significativa, figura como uma alternativa para a mudança da metodologia do professor com seus estudantes, possibilitando uma nova forma de encarar a problemática do ensino atual e fugindo do ensino por memorização por si só. Porém, para que o conhecimento possa ser desenvolvido na perspectiva significativa de Ausubel, é necessário que o estudante tenha um conhecimento prévio que foi chamado de subsunçores, segundo Moreira (2011, p. 26) o relacionamento não é com qualquer estrutura cognitiva, mas sim com conhecimentos específicos relevantes, os quais Ausubel chama de subsunçores.

Existe também, a possibilidade que os estudantes não possuam esse conhecimento prévio e é dever do professor, desenvolver e investigar tal aspecto, o que Moreira (2011, p. 26) acrescenta: “Fica, então, claro que na perspectiva ausubeliana, o conhecimento prévio (a estrutura cognitiva do aprendiz) é a variável crucial para a aprendizagem significativa”.

Nesse sentido, é possível considerar que a aprendizagem significativa se dá quando o estudante entra em contato com um novo conhecimento, que deve ser fortalecido por um conhecimento prévio, ou estrutura cognitiva, chamado por subsunçor. Onde o papel do professor é identificar quais subsunçores são necessários ao conhecimento e verificar se o estudante os tem. Sendo papel também do professor, os desenvolver, caso seja necessário e depois, direcionar a aprendizagem nesses subsunçores.

Para haver a aprendizagem significativa, o estudante tem que estar disposto a aprender, pois, de nada adianta o trabalho do professor, se não houver um despertar do interesse do estudante para o que será ensinado.

Para aprender significativamente, o aluno tem que manifestar uma disposição para relacionar, de maneira não-arbitrária e não-literal (substantiva), à sua estrutura cognitiva, os significados que capta a respeito dos materiais educativos, potencialmente significativos, do currículo.(MOREIRA, 2011, p. 39)

Outro aspecto importante da aprendizagem significativa é a questão dos materiais potencialmente significativos, ou seja, o material tem que ter uma conexão com o conhecimento prévio do estudante. É preciso pensar numa relação direta entre o desejo de aprender do estudante e o material ser potencialmente significativo, numa parceria que não pode ser desmembrada.

A teoria de Ausubel sobre a Aprendizagem significativa foi complementada por Joseph D. Novak, que colaborou acrescentando uma visão humanista da teoria inicial, pois os humanos pensam, sentem e agem e o processo de ensino/aprendizagem nada mais é que uma troca de sentimentos entre estudantes e com o professor.

Mas Novak se refere também a uma troca de sentimentos. Um evento educativo, segundo ele, é também acompanhado de uma experiência afetiva. A predisposição para aprender, colocada por Ausubel como uma das condições para a aprendizagem significativa, está, para Novak, intimamente relacionada com a experiência afetiva que o aprendiz tem no evento educativo. Sua hipótese é que experiência afetiva é positiva e intelectualmente construtiva quando o aprendiz tem ganhos em compreensão; reciprocamente, a sensação afetiva negativa gera sentimentos de inadequação quando o aprendiz não sente que está aprendendo o novo conhecimento.(...) Atitudes e sentimentos positivos em relação à experiência educativa têm suas raízes na aprendizagem significativa e, por sua vez, a facilitam.(MOREIRA, 2011, p. 36)

Novak pensa, então, num engrandecimento pessoal do estudante, não apenas na perspectiva dos conhecimentos construídos a partir do processo de ensino, mas, também, no que se diz respeito ao conhecimento humano na sua totalidade.

A verificação da aprendizagem, se a mesma foi significativa ou não, deve estar centrada em perguntas que levem a respostas não de forma mecânica ou que sejam decoradas, os questionamentos devem estar inseridos num contexto em que os estudantes se coloquem a pensar de forma diferente do que foi trabalhado durante o processo anterior, e possam arranjar soluções diferentes para um mesmo problema.

### **3.2 - O CONSTRUCIONISMO DE SEYMOUR PAPERT**

A partir do construtivismo de Piaget, Seymour Papert lançou uma teoria que a completava, o que ele chamou de construcionismo, pela qual, por meio de manuseio de uma máquina (computador, por exemplo), a criança poderia aprender de forma satisfatória para um determinado objetivo, sem que houvesse excessivo ensino de outrem sobre ela.

Construcionismo é uma reconstrução teórica a partir do construtivismo piagetiano, proposta por Seymour Papert, originalmente em 1980. Papert concorda com Piaget, em que a criança é um “ser pensante” e construtora de suas próprias estruturas cognitivas, mesmo sem ser ensinada.” (NUNES e SANTOS, 2013, p. 2).

É preciso deixar bem claro que a criança não vai aprender do nada, confrontando essa ideia, Piaget (1976) acredita que o processo de formalização do pensamento tem como base a maturação biológica, seguida de processos de interação com o meio, originando estágios universais de desenvolvimento. Enquanto que Papert (1986) enfatiza que essas etapas são determinadas, também, pelos materiais disponíveis no ambiente para a exploração da criança, e que, esse processo se intensifica à medida que o conhecimento se torna fonte de poder para ela.

Nessa teoria da aprendizagem está destacado, também, o uso das novas tecnologias, que estão, cada vez mais, presentes no cotidiano do homem, porém, ainda engatinhando, quando se observa o seu uso na escola, de forma a facilitar a aprendizagem. O espaço virtual deveria ser mais bem aproveitado no processo de ensino aprendizagem das escolas.

As metodologias para a Educação são inúmeras, principalmente porque o advento da Internet e da TIC, Tecnologias da Informação e Comunicação, aliadas às teorias de aprendizagem, criaram um novo espaço para aprender. Este novo espaço, entendido como o ciberespaço coloca à disposição da educação uma série de novas conexões e desafios que permeiam o processo de ensinar e aprender. (NUNES e SANTOS, 2013, p. 2).

Segundo o site Psicoativo (2017), as diferenças entre as duas teorias podem ser expressas da seguinte forma:

- Construtivismo: destaca os interesses e habilidades das crianças, para atingir metas educacionais específicas, em diferentes idades.
- Construcionismo: centra-se na forma de aprendizagem.

Figura 1 – Vantagens do Construcionismo

**Construcionismo**

Vantagens

- Diferencia-se de instrucionismo (aprender o conteúdo pelo conteúdo) e impede o condutismo (aprendizagem por condicionamento).
- Permite que os alunos construam o próprio conhecimento.
- Favorece a conexão perfeita cérebro-mão e o desenvolvimento de habilidades psicomotoras.
- Possibilita raciocinar com os dedos e liberar forças criativas para a resolução das tarefas.
- Constitui um modo de tornar as ideias formais e abstratas mais concretas, mais visuais, mais tangíveis, mais manipuláveis e, conseqüentemente, mais prontamente compreensíveis (pensamento sobre o concreto).
- Possibilita uma retenção maior daquilo que foi aprendido.
- Simula o mundo real (experimentações), sem colocar os alunos em situações de riscos.
- Desenvolve a disciplina nos alunos, ajudando-os a seguir regras e papéis estabelecidos por si mesmos, bem como pela sociedade.

Fonte: (FEITOSA, 2013, p. 68)

É preciso considerar, ainda, a ideia de uma linguagem computacional desenvolvida por Papert, chamada de LOGO, com a qual, pessoas com um conhecimento básico em programação, ou até mesmo sem nenhum conhecimento, poderiam realizar programações simples. Esse aspecto metodológico promove a relação entre o concreto e o abstrato, vivenciada pelos estudantes, tendo sempre o professor, como um mediador do processo.

O processo de programação é algo que exige atenção nos erros, os estudantes provavelmente não irão acertar da primeira vez, é um trabalho que exige correção dos

possíveis erros, até que a tarefa seja executada pela máquina, o próprio Papert já previa que tais erros eram fáceis de acontecer, porém, teriam um papel importante no processo de ensino aprendizagem.

Mas quando se aprende a programar um computador dificilmente se acerta na primeira tentativa. Especialmente em programação é aprender a se tornar altamente habilitado a isolar e corrigir bugs, as partes que impedem o funcionamento desejado do programa. A questão a ser levantada a respeito do programa não é se ele está certo ou errado, mas se ele é executável. (...) Refletir sobre a aprendizagem por analogia com o desenvolvimento de um programa é uma maneira acessível e poderosa de começar a ser mais articulado em suas próprias estratégias de debugging e mais deliberado em aperfeiçoá-las. (PAPERT, 1985 apud CABRAL, 2010, p. 26).

O ponto a ser destacado é o desafio de aprender a aprender, que deve ser enfrentado pelo estudante, pois, só assim ele conseguirá por seus méritos e seus esforços, desenvolver uma aprendizagem para aquele problema e com consequência de utilizar as mesmas estratégias em outros casos afins.

### **3.3 – ROBÓTICA EDUCACIONAL**

A robótica educacional começou a ganhar vida nas ideias do construcionismo de Seymour Papert, que a utilizava como material para apoiar uma nova metodologia e, assim, sustentar sua teoria. Os estudantes poderiam utilizar essa tecnologia para poder desenvolver projetos e, conseqüentemente, construir o conhecimento através de tarefas e problemas.

Segundo Melo (2009), o grande trunfo da robótica educacional é o fato do aluno interagir com um objeto que apresenta duas facetas: o concreto (a construção em si do material) e o abstrato (que se refere à programação).

O ambiente com robôs (RE) torna-se rico para um desenvolvimento baseado na construção do seu próprio material de aprendizagem, que pode, ainda, possibilitar um meio de potencial aprendizado.

Para Melo (2009), a robótica educacional tem potencialidades de permitir ao estudante:

- O treino de competências específicas de domínios científicos como a Física e Matemática;
- Uma maior motivação dos alunos para disciplinas relacionadas com a tecnologia;
- Competências relacionadas com a abstração, uma vez que os alunos têm de fazer previsões sobre o comportamento do robô;

- Perceber a importância dos modelos físicos, permitindo que os alunos se apercebam que um modelo físico é usado para explicar e/ou descrever um fenómeno e que este apresenta sempre potencialidades e limitações;
- O desenvolvimento do espírito investigativo, pela natureza dos projetos trabalhados que envolvem situações de problematização, de realização de tarefas em grupo, de colaboração, de comunicação e de partilha;
- Desenvolver estratégias de ensino mais individualizado.

Essas potencialidades são de extrema importância para o desenvolvimento cognitivo dos estudantes nas mais diversas áreas do conhecimento, mais especificamente nas ciências exatas e exclusivamente trabalhadas na disciplina de Física no decorrer desse trabalho. “A Física, enquanto ciência experimental, tem uma faceta que envolve a tecnologia. Ao nível do ensino secundário a união ciência-tecnologia pode ser feita através da robótica, com recurso à Área de Projeto”. (MELO, 2009, p. 23)

Mas alguns cuidados devem existir nas aulas de RE, segundo OUCHANA (2015) para que o ensino da robótica seja de fato um diferencial na aprendizagem do aluno e não apenas um discurso, a escola tem de ter objetivos muito claros do que quer com essa metodologia. Ou seja, utilizar a robótica como um passatempo ou meramente como uma forma de “brincar” nas aulas de matemática são pensamentos totalmente fora do contexto das aulas de robótica.

As aulas de RE devem ser realizadas com planeamento e com o olhar para os estudantes, do contrário, reforçam-se as aulas do ensino tradicional, com base na repetição e nas respostas prontas, sem que o estudante possa aflorar sua criatividade e explorar novas estratégias de resolução de problemas com o uso dessa tecnologia.

### **3.4 – O ENSINO DE FÍSICA POR INVESTIGAÇÃO**

A investigação no ensino de Ciências tem um valor pedagógico muito interessante, os estudantes estão acostumados a receberem respostas prontas, muitas vezes de perguntas que nem fazem. Por isso a importância de propor situações onde os mesmos se tornem construtores do seu conhecimento. O mais importante da investigação não é o seu fim, mas o caminho trilhado (SASSERON, 2017, p. 42).

Para Bachelard apud Carvalho (2017, p. 06): “todo conhecimento é a resposta de uma questão”, quando o estudante se propõe a investigar uma situação problema, o mesmo passa a

ser um pesquisador e investigando constrói o seu conhecimento de forma significativa. Porém, não é qualquer problema que possui essa qualidade para a investigação, o professor como mediador, tem que procurar fazer um elo entre o que foi proposto e seu objetivo, para com o estudante, em relação a determinado conteúdo.

Essa questão ou esse problema, para ser uma questão para os alunos, deve estar dentro de sua cultura, sendo interessante para eles de tal modo que se envolvam na busca de uma solução e na busca desta solução deve-se permitir que exponham seus conhecimentos espontâneos sobre o assunto. (CARVALHO, 2017, p. 06).

É muito importante que o professor possa dispor de um planejamento para que possa construir uma sequência de ensino investigativo (SEI), pois assim, o processo metodológico terá mais chance de ter resultado positivo, como também o alcance dos objetivos bem estabelecidos para que possam ser evitados imprevistos desnecessários que possam tirar o foco da investigação. Nesse sentido, deve-se possibilitar aos estudantes, um ambiente propício para que assim possam construir seu próprio conhecimento (CARVALHO, 2017).

O professor deve ter cuidado em abordar um determinado tema em Física, por exemplo, e trazer informações além da compreensão do estudante naquela faixa etária, ou até mesmo dar respostas daquilo que o mesmo irá investigar, sendo assim, uma forma de acabar com a curiosidade do estudante, despertando desânimo para a atividade que será posteriormente realizada.

É comum observamos em aulas de Ciências propostas com base em temas do cotidiano, ou envolvendo atividades lúdicas, um salto brusco entre uma abordagem dita conceitual e a repentina transformação de linguagem coloquial em linguagem científica. O ensino realizado dessa forma acaba por possibilitar um abismo entre curiosidade e rigor investigativo, uma vez que cabe ao estudante, inicialmente motivado a participar, uma atitude passiva diante da coleção de conhecimento apresentados a ele prontos e acabados. Assim, em vez de estimular o envolvimento dos estudantes com os temas científicos, esse ensino acaba por romper com suas curiosidades, tornando os alunos cada vez mais distantes e desmotivados. (CAPECCHI, 2017, p. 23)

A coleta de dados, juntamente com sua análise, permite aos estudantes confrontarem ideias, e durante o processo, chegar a uma conclusão sobre o fenômeno estudado/analísado, porém, essa análise tem que ser mediada pelo professor, que precisa fazer um acompanhamento mais próximo do processo, a fim de evitar erros desnecessários.

A análise de dados e evidências é um processo que possibilita o reconhecimento de variáveis e o estabelecimento daquelas que são relevantes para o problema em questão. Essa análise também permite estudar hipóteses e conjecturar sobre

condições favorecidas e refutações para a conclusão do problema. (SASSERON, 2017, p. 47)

Nas aulas de Física, especificamente nas que tratam da metodologia da investigação, ocorrem muitos erros, onde os mesmos, por uma questão cultural, podem ser interpretados como fracassos pelos estudantes, mas é papel do professor conscientizar que o erro faz parte do processo, que as “falhas” podem ser utilizadas para se traçar novas estratégias e, assim, buscar dados mais relevantes para o objeto de estudo.

É a partir das hipóteses – das ideias – dos alunos que quando testadas experimentalmente deram certo que eles terão a oportunidade de construir o conhecimento. As hipóteses que quando testadas não deram certo também são muito importantes nessa construção, pois a partir do erro – o que não deu certo – que os alunos têm confiança no que é certo, eliminando as variáveis que não interferem na resolução do problema. O erro ensina... e muito. (CARVALHO, 2017, p. 11-12)

Complementando essa ideia, com base no pensamento de Capecchi (2017) que ressalta o estudante tem que ter o direito de errar, mas que esses erros sejam avaliados e interpretados, com o objetivo de levar ao acerto. Daí a importância de que o estudante não tenha o problema pronto e possa manipular os objetos de conhecimento.

Utilizando uma possível metodologia para a atividade de investigação, Sasseron (2017) sugere a seguinte sequência de eventos: Planejamento da aula, Organização para a atividade, ações disciplinares e motivação.

Tabela1 – Ações metodológicas para o ensino com base investigativa

| <b>Propósitos pedagógicos</b> | <b>Ações pedagógicas</b>   |
|-------------------------------|--|
| Planejamento da atividade     | Definição dos objetivos, organização de materiais necessários e preparação do cronograma.                            |
| Organização para a atividade  | Divisão de grupos e/ou tarefas, organização do espaço, distribuição de materiais, limite de tempo.                   |
| Ações disciplinares           | Proposição clara das atividades e das ações a serem realizadas, atenção ao trabalho dos alunos, ações disciplinares. |
| Motivação                     | Estímulo à participação, acolhida das ideias dos alunos.   |

Juntamente a todos esses processos metodológicos, é necessário fazer o estudante escrever ciência. Nesse caso, é bastante interessante o mesmo desenvolver discussões em sala de aula e produzir seu relatório sobre a atividade investigativa. O ato de escrever e descrever o

processo possui uma grande riqueza pedagógica, é nele que o estudante poderá resumir suas conclusões e observar o caminho trilhado por ele e seus colegas.

Quanto mais atividades forem planejadas para as aulas de Ciências com momentos de problematização, sejam elas práticas ou não, e preverem momentos de discussão e registro escrito do que foi realizado, mais experientes esses alunos estarão em um contexto de investigação científica e, por conseguinte, mais alfabetizados cientificamente. (OLIVEIRA, 2017, p. 74)

A avaliação, num processo didático inovador, também precisa ser revista, o processo avaliativo precisa acompanhar de forma contínua o que está sendo trabalhado pelos estudantes, não podemos retomar depois às questões mecânicas, que se expressam exclusivamente por memorização. As inovações didáticas devem ser ligadas a inovações na avaliação, pois uma nova postura metodológica em sala de aula torna-se inconsistentes aliadas a uma postura tradicional de avaliação (CARVALHO, 2017, p. 10).

Essa avaliação também está entrelaçada ao fato do aluno poder expressar suas dúvidas, considerações e compartilhar suas experiências. Nesse caso o professor tem que ter a habilidade de ouvir o aluno, interpretando seus anseios e o conduzindo num processo rico de aprendizagem.

Cabe ao professor aprender a ouvir os alunos e trocar com eles informações. Ouvir não é fácil para quem não foi acostumado a isso! Será necessário trino e exercício por parte desse professor para aprender a ouvir realmente a voz do aluno. Ouvir o aluno não encerra na reprodução das respostas que o professor quer ouvir, mas na possibilidade de o aluno expressar sua própria voz e, por consequência, sua visão de mundo. (OLIVEIRA, 2017, p. 63).

O professor tem que repensar sua prática avaliativa quando se trata do ensino de Ciências por investigação, é necessário observar atentamente o processo, a postura do estudante, sua dedicação e dúvidas. Não adianta preparar aulas que promovam uma nova metodologia e que, ao final, venham àquelas mesmas perguntas com base mecânica, e que não promovem o pensamento argumentativo, fala-se aqui, em questões que possam fazer o estudante repensar aquela situação e não simplesmente reproduzi-la.

## **CAPÍTULO 4**

### **A MECÂNICA CLÁSSICA (NEWTONIANA) E A RELAÇÃO COM AS ATIVIDADES APLICADAS**

Nesse capítulo será discutido um pouco sobre os conceitos físicos trabalhados com os estudantes, durante a aplicação do trabalho em questão, levando em consideração os aspectos iniciais dos mesmos, já que a aplicação se dá com estudantes do 1º ano do ensino médio, sendo assim o início formal dos conteúdos relacionados à disciplina de Física.

A mecânica newtoniana não pode ser aplicada a todas as situações. Se as velocidades dos corpos envolvidos são muito altas, comparáveis com a velocidade da luz, a mecânica newtoniana deve ser substituída pela teoria da relatividade restrita de Einstein, que é válida para qualquer velocidade. Se as dimensões dos corpos envolvidos são muito pequenas, da ordem das dimensões atômicas (como, por exemplo, acontece com elétrons de um átomo), a mecânica newtoniana deve ser substituída pela mecânica quântica. Atualmente, os físicos consideram a mecânica newtoniana como um caso especial dessas duas teorias mais abrangentes. Ainda assim, ela é um caso especial muito importante, já que pode ser aplicada ao estudo do movimento dos mais diversos objetos, desde objetos muito pequenos (quase de dimensões atômicas) até objetos muito grandes (galáxias e aglomerados de galáxias). (HALLIDAY, 2008, p. 96).

A mecânica clássica está relacionada nesse trabalho com os seguintes conteúdos: trajetória, posição, velocidade média, aceleração, leis de Newton e energia. É importante ressaltar que outros conteúdos aparecem, de forma secundária, durante a aplicação das atividades propostas, que serão apresentadas a seguir, o que complementa a ideia que o conhecimento construído não de um determinado conteúdo não está desagregado de outros conteúdos.

#### **4.1 – GRANDEZAS E MEDIDAS**

Um dos primeiros contatos com a física do ensino médio, considerando a disposição dos conteúdos programáticos na maioria dos livros didáticos, é a forma como são feitas as medidas, seja o comprimento de um lápis, ao tempo de um determinado evento, como um intervalo de uma aula, por exemplo.

A ciência e a engenharia se baseiam em medições e comparações. Assim precisamos de regras para estabelecer de que forma as grandezas devem ser medidas e comparadas, e de experimentos para estabelecer as unidades para essas medições e comparações. (HALLIDAY, 2008, p. 2).

Esse primeiro momento é importante para que o estudante observe que existem várias unidades de medidas, que algumas seguem uma regra internacional (Sistema Internacional de Unidades), e que essas unidades serão a base dos seus cálculos e exposições dos seus resultados.

É importante também ressaltar que esses estudantes devem conhecer algumas conversões de unidades, para melhor compreender e relacionar os fenômenos estudados, segundo HALLIDAY (2008) a física é descoberta quando fazemos medidas e comparações entre unidades.

#### **4.2 – MOVIMENTOS (POSIÇÃO, DESLOCAMENTO, VELOCIDADE E ACELERAÇÃO)**

Nas atividades propostas, os conceitos relacionados aos movimentos dos corpos foram utilizados com frequência, bem como algo básico que os estudantes devem compreender e estender para o seu cotidiano, e uma construção equivocada desses conceitos pode prejudicar o entendimento de outros conceitos que serão trabalhados futuramente.

O mundo, e tudo nele, está em movimento. Mesmo objetos aparentemente estacionários, como uma estrada, estão em movimento por causa da rotação da Terra, da órbita da Terra em torno do Sol, da órbita da Via Láctea e do movimento da Via Láctea em relação às outras galáxias. A classificação e a comparação dos movimentos (chamada cinemática) pode ser um desafio. O que exatamente deve ser medido? Como deve ser medido? (HALLIDAY, 2008, p. 15).

Os estudantes devem compreender que o movimento depende de um referencial adotado, segundo FEYNMAN (2008, p. 61) “O estudo do movimento, que é a base de toda a física, trata das questões: onde? E Quando?”.

Quando se fala em posição e deslocamento, esses devem sempre ser associados a um determinado referencial, de acordo com Halliday (2008), localizar um objeto significa determinar sua posição em relação a um referencial e a mudança dessa posição  $x_1$  para  $x_2$ , é associada a um deslocamento  $\Delta x$ , dado por  $\Delta x = x_2 - x_1$ .

É importante destacar que, segundo a mecânica clássica, um corpo para variar de uma posição  $x_1$  para uma posição  $x_2$ , irá demorar um tempo qualquer para que isso ocorra, é aí que entra um conceito que deve ser observado: a velocidade.

Os estudantes devem compreender que a velocidade média, essa que está contemplada nas atividades que serão apresentadas a seguir, relacionam comprimento e tempo para sua definição, o que pode ser determinado por:

$$V_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

No primeiro momento pode parecer trivial a conceituação de algo tão simples, porém, muitos dos estudantes não possuem esse conhecimento prévio ao iniciarem o 1º ano do ensino médio, ou, pelo menos, não relacionam estes à física e não fazem relação ao seu cotidiano.

Outra forma de expressar a velocidade é no seu aspecto instantâneo, que é uma derivada do espaço em relação ao tempo, definida por:

$$V = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt}$$

A velocidade, em vários experimentos que serão realizados nas atividades seguintes, não é algo constante e poderá sofrer variações para “mais” ou para “menos”, ao que se pode chegar a um conceito que é a aceleração e aceleração média.

O próximo passo no desenvolvimento das equações de movimento é introduzir outra ideia que vai além do conceito de velocidade para o conceito de *mudança* de velocidade, e perguntamos agora, “Como a velocidade *muda*?”. [...] Você pode ter ouvido com grande entusiasmo sobre algum carro que pode chegar do repouso a 100 quilômetros por hora em dez segundos cravados. De tal desempenho podemos ver o quão rápido a velocidade muda, mas somente na média. O que devemos discutir agora é o próximo nível de complexidade, que é o quão rápido a velocidade está mudando. Em outras palavras, de quantos metros por segundo a velocidade muda em um segundo, isto é, quantos metros por segundo, por segundo? (FEYNMAN, 2008, p. 102).

Nesse caso, trata-se de uma variação de duas grandezas que possibilitam o entendimento do que é aceleração média.

$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

### 4.3 - ENERGIA

A energia é algo muito discutido na Física, seja pelo aspecto comercial, obtenção de energia pra a indústria, por exemplo, como até de forma natural, ao se reconhecer que todos precisam de energia para realizar trabalhos simples, como mover uma caneta ao escrever.

E esse aspecto tão geral, em relação à energia, torna sua discussão com os estudantes algo necessário, ao lecionar conteúdos de física, levando em consideração que precisa ser considerada a energia sendo abordada em várias áreas da disciplina ao longo do Ensino Médio.

A definição geral para Energia é um tanto vaga, porém, para sua compreensão, podem ser atribuídos valores e unidades, tem-se, então, uma visão matemática para quantificar e entender como tratar essa grandeza.

Uma definição menos rigorosa pode servir pelo menos de ponto de partida. Energia é um número que associamos a um sistema de um ou mais objetos. Se uma força muda um dos objetos, fazendo-o entrar em movimento, por exemplo, o número que descreve a energia do sistema varia. Após um número muito grande de experimentos, os cientistas e engenheiros confirmaram que se o método através do qual atribuímos números à energia é definido adequadamente, esses números podem ser usados para prever os resultados de experimentos e, mais importante, para construir máquinas capazes de realizar proezas fantásticas, como voar. Esse sucesso se baseia em uma propriedade fascinante de nosso universo: a energia pode ser transformada de uma forma para outra e transferida de um objeto para outro, mas a quantidade total é sempre a mesma (a energia é conservada). (HALLIDAY, 2008, p.153).

Essa questão da conservação da energia deve ser priorizada ao discutir os resultados observados pelos estudantes, durante a realização das atividades, essa conservação que pode ser ratificada com a ideia de Feynman:

Existe um fato, ou se você preferir, uma *lei* que governa todos os fenômenos naturais que são conhecidos até hoje. Não se conhece nenhuma exceção a essa lei – ela é exata até onde sabemos. A lei é chamada de *conservação da energia*. Nela enunciase que existe uma certa quantidade, que chamamos de energia, que não muda nas múltiplas modificações pelas quais a natureza passa. Essa é uma ideia muito abstrata, por que é um princípio matemático; ela diz que existe uma quantidade numérica que não muda quando algo acontece. Não é a descrição de um mecanismo ou algo concreto; é apenas um estranho fato de que podemos calcular algum número e, quando terminamos de observar a natureza fazer seus truques e calculamos o número novamente, ele é o mesmo. (FEYNMAN, 2008, p. 53)

A energia cinética foi o tipo de energia mais discutido durante a realização das atividades aplicadas, sendo que a mesma pode ser conceituada como sendo a energia associada ao estado de movimento de um objeto, definida matematicamente por:

$$K = \frac{1}{2} m v^2$$

Ou seja, quanto mais rápido um objeto se move, maior será sua energia cinética, e claro, se o corpo em questão estiver em repouso, sua energia cinética será zero. A equação

para o cálculo da energia cinética serve, ainda, para corpos que se movem numa velocidade bem menor que a velocidade da luz.

#### 4.4 – LEIS DE NEWTON

Outro conteúdo muito discutido, e importante, no ensino médio e que está presente nas atividades apresentadas posteriormente, são as leis de Newton, pois a partir delas é que os estudantes começam a compreender o porquê dos movimentos.

É preciso também considerar aspectos históricos da evolução dos conceitos relacionados aos movimentos, quebrando, muitas vezes, a linha do tempo e percebendo que tais visões de séculos passados, ainda existem no senso comum dos estudantes.

Antes de Newton formular sua mecânica pensava-se que uma certa influência, uma “força”, era necessária para manter um corpo em movimento com velocidade constante, e que um corpo estava em seu “estado natural” apenas quando encontrava-se em repouso. Para que um corpo se movesse com velocidade constante tinha que se impulsionado de alguma forma, puxado ou empurrado; se não fosse assim pararia “naturalmente”. (HALLIDAY, 2008, p. 96).

Contudo, é preciso considerar que, se nenhuma força atua sobre um corpo, sua velocidade não pode mudar, ou seja, o corpo não pode sofrer uma aceleração e que, se nenhuma força resultante atua sobre um corpo, sua velocidade não pode mudar, ou seja, o corpo não pode sofrer aceleração. Isso define a primeira lei de Newton.

São essas discussões históricas e conceituais que proporcionam aos estudantes refletirem sobre a ciência e os conceitos envolvidos naquele experimento ou simulação.

A segunda Lei traz a sentença dizendo que a força resultante que age sobre um corpo é igual ao produto da massa do corpo pela sua aceleração o que matematicamente é expresso pela seguinte equação:

$$F_r = m \cdot a$$

A aceleração  $a$  é a taxa de mudança da velocidade, e a Segunda Lei de Newton diz mais do que o efeito de uma dada força varia inversamente com a massa; ela também diz que a *direção* da mudança na velocidade e a *direção* da força são as mesmas. Assim devemos entender que uma mudança em uma velocidade, ou uma aceleração, tem um significado mais amplo do que na linguagem comum: A velocidade de um objeto se movendo pode mudar pelo aumento da sua velocidade, pela sua diminuição (quando diminuí dizemos que acelerou com uma aceleração negativa), ou mudando a sua direção de movimento. (FEYNMAN, 2008, p. 107).

Essa equação é muito utilizada na resolução dos problemas propostos durante as aulas do ensino médio, mas que muitos dos estudantes só a compreendem como sendo uma fórmula matemática e não conseguem entender o significado teórico e a sua consequente aplicação nos fenômenos do cotidiano.

A terceira lei de Newton afirma que, quando dois corpos interagem, as forças que cada corpo exerce sobre o outro são sempre iguais em módulos e têm sentidos opostos. Essa definição leva os estudantes a pensar sobre a interação dos corpos e como se dá o movimento de alguns corpos, nas atividades apresentadas adiante isso será mais detalhado.

## CAPÍTULO 5

### MATERIAIS E MÉTODOS

#### 5.1 – HISTÓRIA LEGO®

Nesse tópico serão explanados alguns fatos importantes na história do grupo LEGO®, desde a sua fundação, até o advento da robótica educacional, que, posteriormente, chegaria no Brasil e possibilitaria uma ferramenta pedagógica importante no ensino das ciências.

A marca LEGO® é conhecida mundialmente, principalmente por ser um brinquedo com blocos de montar, segundo Mortensen (2017) O nome 'LEGO' é uma abreviação de duas palavras dinamarquesas "leggodt", que significa "jogar bem". O grupo LEGO foi fundado em 1932 por Ole Kirk Kristiansen. A empresa passou de pai para filho e é agora propriedade de Kjeld Kirk Kristiansen, um neto do fundador.

Os brinquedos LEGO foram desenvolvidos ao longo do tempo, inicialmente os blocos de montar eram de madeira, o formato das peças que são conhecidas hoje foi desenvolvido em 1958, essas peças tinham a característica de possibilitar vários tipos de montagens. “É apenas uma questão de pôr a imaginação para funcionar - e deixar a riqueza de ideias criativas emergirem através do jogo.” (MORTENSEN, 2017).

Apenas em 1989 inicia-se o estudo da robótica LEGO, atrelada aos estudos de Seymour Papert ao construcionismo, de acordo com Mortesen (2017), nesse ano, o departamento de produtos educacionais muda de nome para LEGO Dacta. A palavra "*dacta*" deriva da palavra grega "didático", que significa "o estudo da finalidade, meios e conteúdo de aprendizagem e o processo de aprendizagem". E o Dr. Seymour Papert torna-se LEGO Professor of *Learning Research* (Professor de Pesquisa de Aprendizagem). Posteriormente, em 1999, outro grande pesquisador do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) MitchelResnick é nomeado professor de pesquisa pela LEGO.

O primeiro controlador das montagens LEGO® surge em 1986, o *Technic Computer Control*, da parceria entre o grupo LEGO® e o MIT (FEITOSA, 2013). O Kit LEGO MINDSTORMS, um kit de robótica educacional que será mais bem especificado posteriormente, foi lançado em 1998 e, em 2006, o MINDSTORMS NXT é lançado –uma versão nova e consideravelmente melhorada do seu antecessor.

Em 1996 surgiu a companhia EDACom tecnologia, uma empresa do grupo ZOOM Holding, que tinha o objetivo de unir tecnologia e educação através da RE. Em 1998 a empresa ZOOM assume as operações da LEGO® Education no Brasil.

Desde nossa fundação, nosso propósito era de inovar o modelo tradicional de ensino no Brasil, baseado na transmissão de conteúdos e na avaliação por meio de testes. A LDB (Lei de Diretrizes e Bases da Educação) entende o uso da tecnologia como ferramenta para auxiliar o ensino (computador, projetor multimídia, softwares educativos, etc.). No contexto da educação tecnológica, o aluno é estimulado a criar e compreender como o mundo funciona, aplicando de forma racional e efetiva aquilo que aprendeu interagindo com a tecnologia no mundo real. (FEITOSA, 2013, p. 04)

Ainda segundo Feitosa (2013), o número de alunos atendidos após o lançamento do projeto da RE, em 2003, atingiu 9.300 alunos, sendo que 10 anos depois, em 2013, já eram 1,5 milhões de alunos atendidos, entre escolas públicas e privadas. Percebe-se então, um crescimento expressivo dos alunos atendidos, isso denota que o projeto de RE nas escolas está rendendo resultados positivos, pois, do contrário, a tendência seria tal projeto sofrer críticas e terminar por acabar.

O estado de Pernambuco, onde esse trabalho foi executado com os estudantes, foi pioneiro na adoção da RE, com os kits LEGO® Mindstorms 9797, em larga escala, contemplando escolas que atendia estudantes do Ensino Médio na modalidade Integral e Semi-integral.

Pernambuco é o primeiro Estado do Brasil a adotar robótica educacional em larga escala nas escolas de ensino médio. “É uma ação pioneira”, define o presidente da Lego Zoom, Marcos Wesley, explicando que a inovação da Lego está no fato de que a meta não é apenas fazer com que o aluno obtenha boas notas. “Pernambuco está recebendo muitos investimentos e empresas, que não vão contratar o indivíduo com base nas suas notas na escola. A nossa metodologia estimula o trabalho em equipe, o desenvolvimento da criatividade e principalmente a resolução de problemas. É esse indivíduo que vai ser procurado no mercado de trabalho, porque ele terá as competências do século 21”, argumenta Wesley. (EDUCAÇÃO PE, 2012)

O material LEGO® possui possibilidades diversas na educação, principalmente quando se fala em RE, é uma forma de despertar o interesse dos estudantes e propiciar potencial significativo para a aprendizagem, contudo, como já foi mencionado anteriormente, é necessário um trabalho de planejamento e também de capacitação contínua dos professores, para que assim, possamos aproveitar esse material na sua totalidade.

## 5.2 – KIT LEGO® MINDSTORMS 9797

O kit LEGO® Mindstorms 9797 foi disponibilizado para as escolas estaduais Integrais e Semi-integrais de Pernambuco a partir de 2012, consistindo em uma alternativa metodológica que tende a unir a teoria e a prática nas aulas de Física.

Figura 2 – Kit LEGO® Mindstorms 9797



Fonte: autor

Nesse kit existem peças de encaixes, que são características da LEGO, como blocos, vigas, conectores, engrenagens, eixos, etc. Essas peças possibilitam executar diversas montagens, modificá-las e deixar a imaginação e criatividade do estudante aflorar.

Figura 3 – Peças de encaixe do LEGO® Mindstorms 9797



Fonte: autor

Temos existem peças especiais nesse kit, que correspondem a motores e sensores, que podem executar diversas funções, de acordo com a proposta de montagem e objetivo da aula em si.

Figura 4 – Peças especiais pertencentes ao kit LEGO® Mindstorms 9797



Fonte: autor

Para a automação das construções é preciso utilizar um micro controlador, nesse caso, foi utilizado o que foi disponibilizado no kit o NXT, que permite realizar a programação diretamente nele ou com a utilização de um software, que será abordado posteriormente.

Figura 5 – Micro controlador NXT



Fonte: autor

Tem-se à disposição, três motores que funcionam a partir do comando do NXT, esses motores são usados em diversas montagens e com diversas finalidades, dependendo exclusivamente do objetivo do robô.

Figura 6 –Motor elétrico do kit LEGO® Mindstorms 9797



Fonte: autor

Os sensores que compõem o kit são de extrema importância para realização das atividades propostas e automação das montagens, com ele é possível observar condições diversas e determinar ações, todos são conectados ao micro controlador NXT. São eles:

- **Sensor de toque** – possui um botão de clique que pode indicar uma situação especial da montagem do robô e, assim, enviar essa situação para o NXT, que, de acordo com a programação, executará uma ação específica.

Figura 7 – Sensores de Toque do kit LEGO® Mindstorms 9797



Fonte: autor

- **Sensor ultrassônico** – Esse sensor utiliza da emissão e recepção de ultrassons e tem como principal função nas montagens, a identificação de distâncias da fonte de emissão, com base no tempo de resposta, essa medida acontece quase que de forma imediata e o NXT é o aparelho que registra essa medida.

Figura 8 – Sensor Ultrassônico do kit LEGO Mindstorms 9797



Fonte: autor

- **Sensor de luz** – Utiliza basicamente a emissão e a percepção da porcentagem de reflexão de luz, ou seja, superfícies mais escuras terão uma porcentagem de reflexão luminosa menor que superfícies mais claras. Esse sensor também pode perceber a luminosidade do ambiente. O sensor também é ligado no NXT, que informa esses dados ou executa tarefas, de acordo com a informação recebida.

Figura 9– Sensor de luz do kit LEGO® Mindstorms 9797



Fonte: autor

- **Sensor de som** – Esse sensor pode perceber sons audíveis na faixa de frequência do ouvido humano, ao contrário do sensor ultrassônico, e utiliza os decibéis (dB) como leitura apresentada no NXT. Também é possível executar atividades e comandos baseados na percepção desse som.

Figura 10 – Sensor de som do kit LEGO® Mindstorms 9797



Fonte: autor

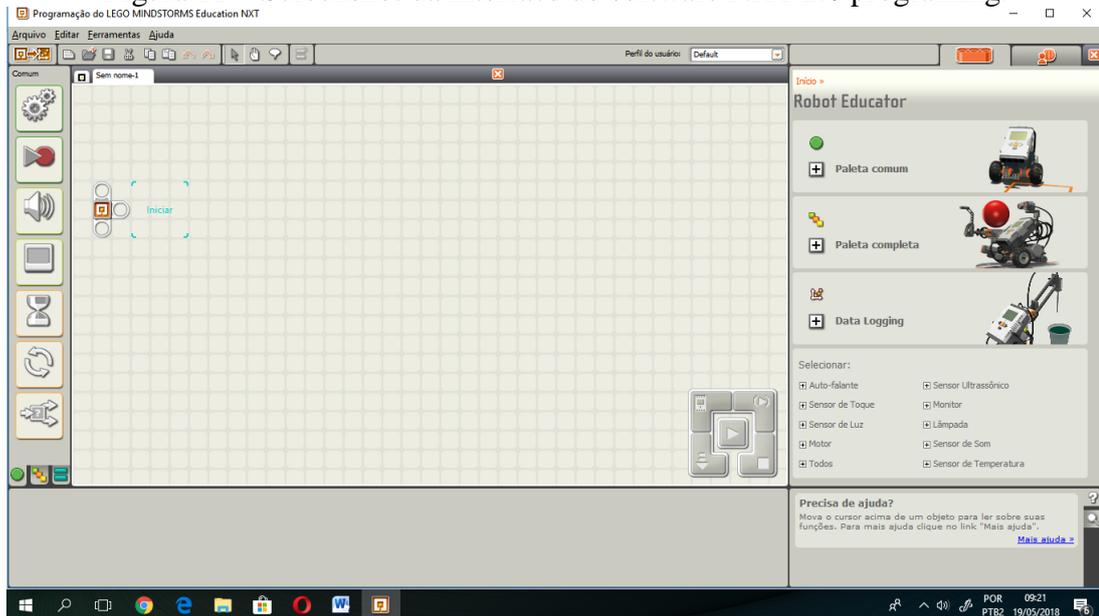
### 5.3 – SOFTWARE NXT 2.0 PROGRAMMING

No desenvolvimento das atividades do clube de robótica, foi utilizado o software NXT 2.0 programming, que é uma ferramenta para realização da programação dos robôs, sendo compatível com o sistema operacional Windows, utilizando a linguagem de programação LOGO, que possui blocos de montagens com funções pré-estabelecidas e podem ser adaptadas para aquilo que se deseja.

A linguagem de programação Logo foi desenvolvida com finalidades educacionais por um grupo de pesquisadores do Massachusetts Institute of Technology (MIT-USA), liderados pelo Prof. Seymour Papert. É uma linguagem considerada, ao mesmo tempo, simples e sofisticada. Do ponto de vista educacional, é uma linguagem simples, porque possui características que torna acessível o seu uso por sujeitos de diversas áreas e de diferentes níveis de escolaridade. Computacionalmente, Logo é considerada uma linguagem bastante sofisticada, por possuir características pertencentes a três paradigmas computacionais distintos: procedural, orientado a objetos e funcional. (PRADO, 2000)

Esse tipo de programação é bem intuitivo, pois não precisa diretamente de conhecimento de linguagem de programação, que na maioria dos casos está fora da realidade dos estudantes, por se tratar de uma linguagem em inglês e que possui fórmulas e expressões matemáticas que não foram contempladas na sua vida escolar até o presente momento, que está acontecendo o estudo da robótica educacional relatada nesse trabalho.

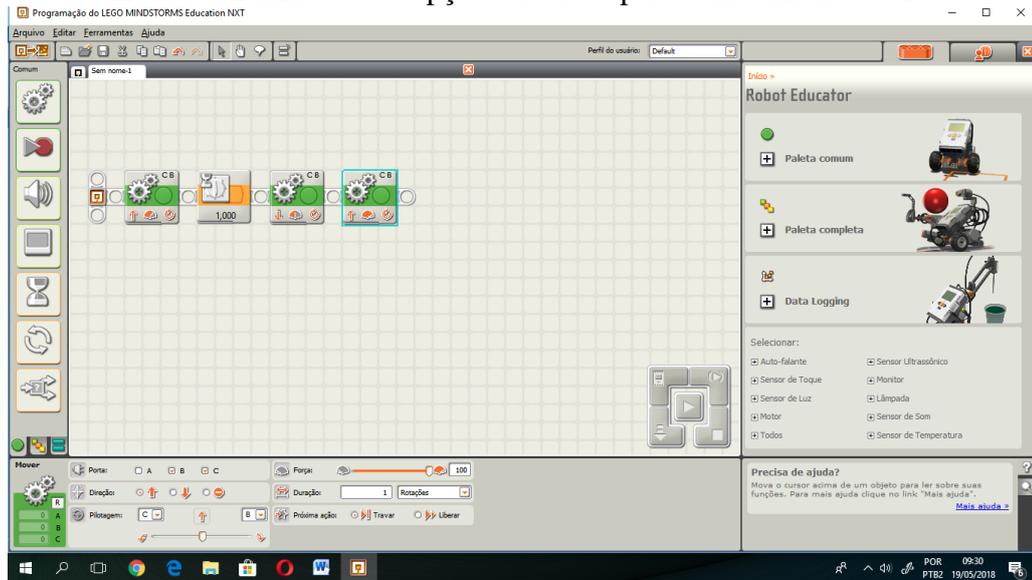
Figura 11 – Screenshot da interface do software NXT 2.0 programming.



Fonte: Autor

A partir dos comandos que se pretende estabelecer no robô, utiliza-se um bloco de comando respectivo, como por exemplo, o *mover*, e a partir daí, podem ser adequados alguns parâmetros, com a força do motor, a sua direção, o seu tempo de operação, entre outras funções. Como também existe uma linha de acontecimentos, que intuitivamente os estudantes compreendem que aquela ação irá acontecer depois daquele comando anterior, e esses blocos direcionam claramente o raciocínio lógico da execução da programação.

Figura 12 – Screenshot da interface do software NXT 2.0 programming, com 4 blocos de comando em linha e suas opções diversas para o movimento do robô.



Fonte: Autor

## 5.4 – METODOLOGIA LEGO® EDUCATION PARA AS AULAS DE ROBÓTICA

A metodologia proposta para o acontecimento das aulas deve estar pautada em 4 fases: contextualizar, construir, analisar e continuar. Essas fases devem acontecer de forma cíclica como representado na figura a seguir:

Figura 13 – Fases da Metodologia LEGO® Education



Fonte: (FEITOSA, 2013, p. 24)

De acordo com Feitosa (2013), as fases da metodologia Lego podem ser conceituadas da seguinte forma:

- **Contextualizar:** Nesta fase, estabelece-se uma conexão dos conhecimentos prévios, que o aluno possui, com os novos. Percebe-se aqui, uma conexão com os subsunçores, da teoria de Ausubel, já tratados anteriormente. Neste momento, o aluno entra em contato com o tema com o qual irá trabalhar na fase seguinte.
- **Construir:** Toda tarefa envolve uma atividade de construção relacionada à contextualização. O aprendizado ativo envolve dois tipos de construção: a construção física e a mental. O processo de construção física de modelos proporcionará um ambiente de aprendizagem fértil para o processo de mediação a ser realizado pelo educador, que negociará conflitos, ouvirá diferentes ideias e opiniões para os mesmos problemas propostos e orientará quanto ao uso racional e efetivo da tecnologia e à aquisição de novos conhecimentos. A proposta do professor como mediador acontecerá de forma bem evidente nessa fase do processo.
- **Analisar:** Nesta fase, os alunos são levados a pensar como funcionam suas montagens, experimentando, observando, analisando, corrigindo possíveis erros e validando assim o projeto. Ao analisar o que foi feito, eles têm a oportunidade de aprofundar seu conhecimento. Como resultado, desenvolvem conexões entre o conhecimento anterior e as novas experiências vivenciadas.
- **Continuar:** Nesta fase, os alunos são convidados a resolver uma situação-problema. Com isso, eles se mantêm em um estado de motivação intrínseca, fazendo com que o processo de ensino e aprendizagem se torne cíclico e contínuo. Como também, eles podem propor novos problemas entre o grupo ou para outros grupos, essa fase será de desafio e aberto à criatividade.

As aulas da RE LEGO® devem acontecer num ambiente previamente preparado, com mesas postas em grupos e computadores para a realização das programações, cada grupo terá, necessariamente 3 ou 4 componentes, isso porque, são atribuídas funções específicas para cada um deles. São elas: Apresentador/Líder, Organizador, Construtor e Programador.

Segundo Feitosa (2013) as tarefas de cada função serão:

- **Apresentador/líder:** é o responsável pela apresentação do projeto e dos resultados coletados durante a aula, também auxilia as demais funções atuando como volante, sendo peça fundamental no trabalho em equipe.
- **Organizador:** é o responsável pela organização geral, incluindo o kit. Ele também coordenará a organização e a seleção das peças (em conjunto com o construtor) e a desmontagem do projeto, para armazenar adequadamente todas as peças.
- **Construtor:** responsável pela coordenação das montagens, de forma que todos os integrantes participem das atividades.
- **Programador:** é o responsável pela elaboração da programação e pela automatização da montagem. Para isso, deverá utilizar o computador e a interface LEGO®.

É importante ressaltar que essas funções são alternadas a cada nova aula ou desafio, fazendo que cada estudante desenvolva uma atividade diferente ao longo de 4 aulas, ou seja, eles podem se identificar em cada caso e perceber a necessidade de cada componente do grupo, valorizando assim o trabalho do outro.

## **CAPÍTULO 6**

### **METODOLOGIA**

Nesse capítulo serão elencadas as atividades que foram desenvolvidas nos encontros semanais, sendo que pode ocorrer mais de 1 atividade semanal, a depender do desenvolvimento da familiarização dos componentes do kit de robótica em estudo e também com a aprendizagem do software de programação utilizada.

Cada atividade terá seu OBJETIVO próprio, às vezes procurando prezar pela reintegração dos conhecimentos, e sendo necessária uma visão de mediação pelo professor, tendo por finalidade direcionar o desenvolvimento dessas competências e habilidades. De acordo com o Feuerstein apud Feitosa (2013): a mediação da aprendizagem é um tipo especial de interação entre quem ensina e quem aprende, na qual o mediador interpõe e seleciona os estímulos externos, atuando como um facilitador da aprendizagem.

A ORGANIZAÇÃO tem por finalidade evitar alterações e conseqüente desvio da atividade proposta, pois, se tratando de um kit com várias peças e possibilidades, não pode ser permitida uma improvisação, sem o devido objetivo pré-estabelecido. Também se propõe que a organização permita ao estudante, desenvolver autossuficiência, capacidade de auto avaliação, capacidade de planejamento, coordenação e determinação.

Assim como toda aula, a DISCIPLINA deve ser observada, o que mais o professor deve perceber nessa etapa da atividade é a participação efetiva de cada componente do grupo. Não permitindo o ócio de uns, enquanto outros sobrecarregam funções, é mais que necessário um trabalho em grupo de fato, nesse caso teremos uma produção coletiva e de forma colaborativa.

Na atualidade, a grande dificuldade no processo de ensino aprendizagem é a MOTIVAÇÃO do estudante, então, essa parte do desenvolvimento da atividade visa a inquietação desses estudantes por problemas que tendem a despertar o pensamento lógico e questionador dos mesmos, deixando sempre uma atividade com certo grau de inacabamento, promovendo assim, um estudo cíclico de situações diversas. A identificação dos passos envolvidos na obtenção do sucesso, proporciona motivação para enfrentar novos desafios (FEITOSA, 2013, p. 62). O estudante precisa saber onde o professor pretende chegar com aquela atividade e entender que não terá respostas prontas, cabe a ele buscar as mesmas.

## 6.1 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO CLUBE DE ROBÓTICA

### ATIVIDADE 1 – Primeiro contato

#### 1.1 Objetivos:

- Conhecer o material LEGO.
- Realizar construção “Bugger” usando o kit LEGO® Mindstorms 9797.
- Trabalhar em grupo, respeitando as funções designadas pelo professor.

#### 1.2 – Organização:

- Trabalho em grupo de 3 ou 4 componentes.
- Dispor de aproximadamente 30 minutos para a montagem após as instruções.

#### 1.3 Ações Disciplinares:

- Respeitar as funções pré-estabelecidas.
- Prezar pelas regras de montagem, seguindo o fascículo correspondente.

#### 1.4 Motivação:

- Colocar o robô para se mover e alterar sua velocidade.
- Questionar para os estudantes o que eles poderiam utilizar para melhorar seu robô Bugger. Permitindo, assim, a criatividade e manipulação de peças diversas.

Essa atividade, apesar de ter um caráter bem simplista, tem um grande valor metodológico, pois é nela que os estudantes podem começar a perceber a quantidade e variedade de peças dispostas nos kits, o cuidado com a posição de colocação dessas peças, a importância de seguir os passos do manual de montagem e, também, a necessidade da divisão de tarefas no grupo.

## **ATIVIDADE 2 – Programação e Sensores**

### 2.1 Objetivos

- Conhecer, diferenciar e testar os sensores do kit.
- Observar o software de programação NXT programming e reconhecer as funções básicas.

### 2.2 Organização

- Dispor de aproximadamente 30 minutos para testes com o software de programação.

### 2.3 Ações disciplinares

- Permitir o uso de ferramentas simples na programação e proporcionar o compartilhamento entre os integrantes de grupos distintos.

### 2.4 Motivação

- Levantar situações problemas ou testes envolvendo os sensores que dispõem o kit de robótica em estudo.

Os sensores são essenciais na leitura de dados para a execução de determinada tarefa, por isso, o primeiro contato contará com definições físicas da sua funcionalidade por parte do professor e os testes simples que poderão ser direcionados para situações de leitura simples, como distância, intensidade sonora e reflexão da luz.

## **ATIVIDADE 3 – Robô educador**

### 3.1 Objetivos:

- Realizar uma montagem mais complexa, envolvendo 2 motores.

- Realizar funções de pilotagem e seguir trajetória pré-estabelecida.
- Utilizar o software NXT 2.0 programming para realizar funções de direção e percursos pré-estabelecidos.

### 3.2 Organização:

- Dispor um tempo de 60 minutos para montagens.
- Propor a programação com base na tentativa/erro.
- Discutir com os grupos a trajetória que será seguida e propor organização do pensamento em uma espécie de croqui.

### 3.3 Ações disciplinares:

- Socializar a trajetória que será seguida e questionar sobre a estratégia que os grupos pretendem utilizar.
- Propor a divisão de tarefas para agilizar as ações de programação.

### 3.4 Motivação

- Propor a medida de tempo para cada percurso completo realizado pelo robô educador, e confrontar esses valores para ver qual grupo foi mais eficaz na realização da atividade.
- Mostrar a importância que se tem para se planejar uma determinada trajetória em um tempo menor, levando a considerar por exemplo um veículo dos Bombeiros que precisa atender uma ocorrência e chegar ao local em um tempo menor sem precisar descumprir as regras de trânsito.

Essa atividade estará atrelada às anteriores, pois se espera dos estudantes que já tenham uma certa familiaridade com as peças e com o software de programação, como também a interação de grupo já esteja se consolidando de forma a facilitar o bom desempenho das atividades e consequente interação.

É possível perceber que, a partir dessa atividade, tem-se uma situação do cotidiano, a trajetória de um carro de bombeiros atendendo uma ocorrência, que pode ser modelada e simulada para estudo de conceitos físicos.

#### **ATIVIDADE 4 – Rebocando um veículo**

##### 4.1 – Objetivos

- Desenvolver uma atividade de montagem livre, onde o estudante poderá optar por seu modelo de veículo.
- Propor o desenvolvimento de estratégias ligadas a montagem e pilotagem.
- Utilizar aplicativo para celular para execução da tarefa de rebocar um veículo quebrado.

##### 4.2 - Organização

- Propor a atividade com explanação da situação problema.
- Limitar ao tempo máximo de 60 minutos para a montagem do seu carro reboque.
- Executar o reboque do veículo e marcar o tempo dessa ação, observando trajetória e execução da atividade.

##### 4.3 – Ações disciplinares

- O espaço deve possuir uma trajetória pré-estabelecida para execução da tarefa, sendo apresentada para o grupo e não podendo haver modificações na mesma.
- Respeitar a distribuição de tarefas dos componentes do grupo.

##### 4.4 – Motivação

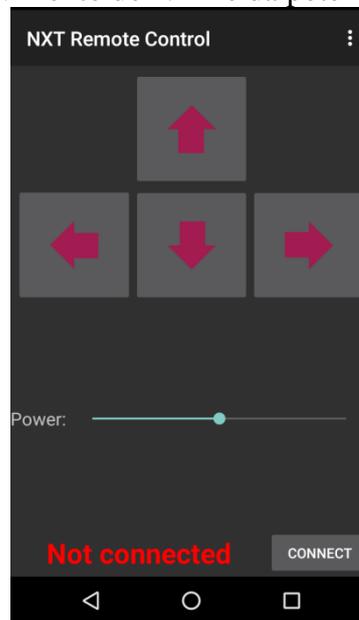
- Cada grupo irá apresentar para os demais, a estratégia utilizada na montagem, descrevendo o que esperava do seu carro reboque e se tal expectativa foi concretizada, ou se foi necessário rever essa estratégia.

- O tempo também será apresentado e, com isso, pode ser feito um ranking de eficiência dos grupos no reboque e concretização da tarefa adotada.

A atividade nesse caso propõe uma abertura à criatividade, pois a montagem em si do robô não é determinada previamente, o grupo tem que discutir qual a melhor estratégia para a realização da atividade e perceber que a eficiência de tal depende das peças utilizadas, principalmente na forma como se dará o engate no carro a ser rebocado.

Será utilizado, pela primeira vez, o controlador NXT Remote Control, que será instalado no celular de, pelo menos, um componente do grupo e funcionará pela tecnologia *bluetooth*, e tem funções básicas de pilotagem e potência empregada nos motores.

Figura 14 – Screenshot do aplicativo, para sistema operacional Android em celulares, utilizado para controle do movimento do NXT e da potência dos motores envolvidos.



Fonte: Autor

## ATIVIDADE 5 – Planejamento de entrega de encomendas

### 5.1 – Objetivos

- Realizar uma programação mais complexa com intervalos de paradas e percurso de trajetória.

- Relacionar o robô a um carro de entrega automático que poderia se dirigir a um certo endereço e aguardar a retirada da encomenda para depois, seguir para outro ponto da trajetória, que analogamente seria outro endereço.
- Estudar estratégias e realizar medidas para a execução da tarefa.

## 5.2 – Organização

- Os estudantes terão entre montagem e medidas dos pontos de “entrega”, 90 minutos, no máximo.
- A programação será assistida e mediada pelo professor, já que se trata da primeira programação mais complexa executada pelos estudantes.

## 5.3 – Ações disciplinares

- Os estudantes devem respeitar as regras do percurso, não podendo modificar a trajetória pré-estabelecida.

## 5.4 – Motivação

- O tempo não será ponto principal da análise dessa atividade, mas sim, a realização das “entregas” num espaço definido, onde posteriormente faremos a análise de quantos pontos foram concretizados com sucesso por cada grupo.

Nesse momento, tem-se a realização de diversas medidas e programações, onde os estudantes se darão conta da complexidade de um carro sem pilotagem humana, como também na percepção e correção de rotas.

Nesse sentido, essa atividade possui uma gama de grandezas físicas relacionadas à mecânica clássica, como também o planejamento e estratégias desenvolvidas pelos estudantes.

## **ATIVIDADE 6 – Frenagem**

### 6.1 – Objetivos

- Realizar a montagem e programação de um robô que possa frear, utilizando um sensor de distância.
- Desenvolver o conhecimento do atrito em pisos diferentes de forma prática, ao analisar a distância de frenagem.

## 6.2 – Organização

- O tempo de montagem será de 40 minutos para o robô.
- Os estudantes terão 15 minutos para realizar a programação e realizar testes.
- Simular a condição de pneus “carecas”, utilizando fita adesiva nas rodas do robô, observando e anotando as distâncias de frenagem envolvidas para posterior discussões.

## 6.3 – Ações disciplinares

- Os componentes do grupo deverão obedecer às funções pré-estabelecidas.

## 6.4 – Motivação

- Propor aos estudantes uma programação para que, durante a frenagem, o robô chegue o mais próximo possível do obstáculo, e depois, comparar os resultados no grande grupo.
- Fazer um elo entre a montagem realizada e a possibilidade de veículos possuírem esse tipo de sensor, para evitar colisões, por exemplo.

Essa atividade, além do cunho pedagógico na disciplina de Física, pode ser relacionada à educação no trânsito, podendo ressaltar a importância de manter uma velocidade, de acordo com a regulamentação em cada local, como também, em dias de chuva, em que o atrito com as rodas do veículo diminui e o espaço da frenagem torna-se maior. Como também, os estudantes devem perceber a necessidade de realizar as trocas dos pneus quando os mesmos estiverem desgastados.

## CAPÍTULO 7

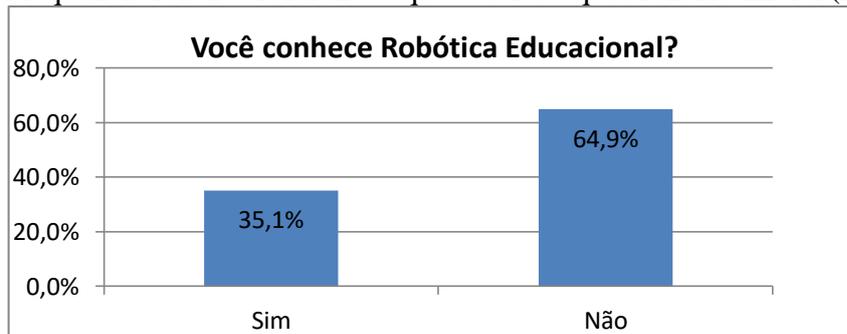
### ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

#### 7.1 - QUESTIONÁRIO INICIAL

Inicialmente, foi realizada uma consulta através de um questionário estruturado e objetivo com os estudantes, sobre suas expectativas sobre o clube de robótica e as atividades futuras. Esse momento aconteceu anterior a qualquer explicação sobre os objetivos e atividades que seriam realizadas, isso evita a indução nas respostas, que devem ser espontâneas para uma melhor fidelidade dos resultados.

Esse questionário, disponível no apêndice C, foi respondido por 37 alunos do 1º Ensino Médio, na modalidade semi-integral da EREM Nossa Senhora do Perpétuo Socorro em Capoeiras-PE, onde os mesmos são de 3 turmas diferentes.

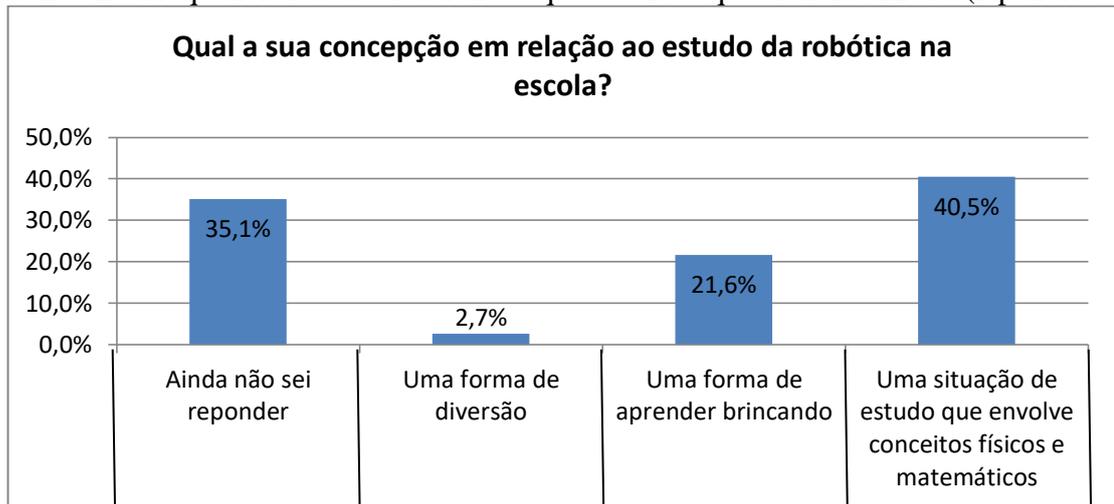
Gráfico 1-Frequência relativa referente a questão 1 do questionário inicial (Apêndice C)



Fonte: Pesquisa realizada

Percebe-se aqui, que a maioria não compreende ainda o que é robótica educacional, não podemos afirmar também que aqueles que responderam que “sim” tenham conhecimento realmente do que se trata.

Gráfico 2 - Frequência relativa referente a questão 2 do questionário inicial (Apêndice C)

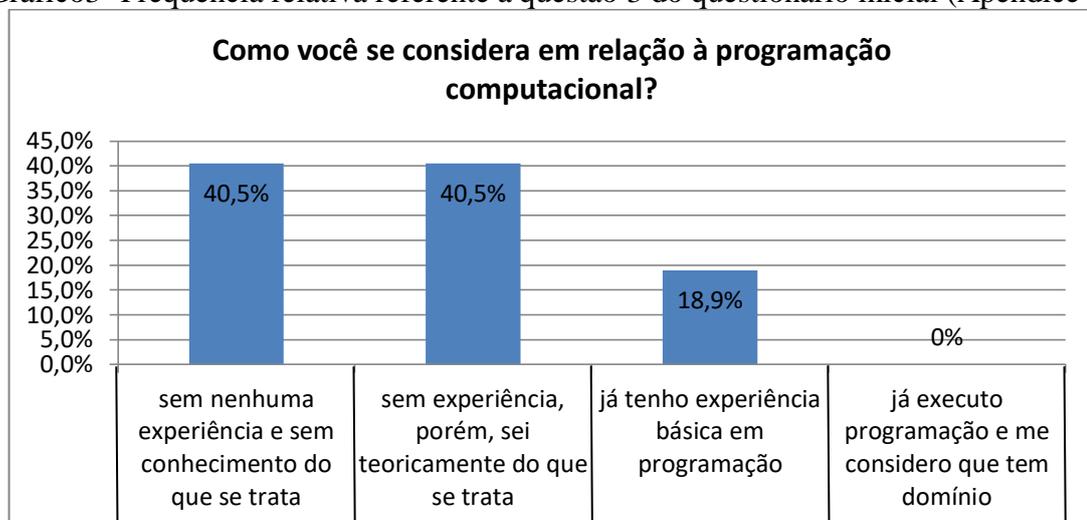


Fonte: Pesquisa realizada

Um grupo maior está direcionado ao real objetivo do processo metodológico da Robótica Educacional, percebe-se que, por se tratar de uma aula onde o professor de Física é quem será o mediador, fazem a relação do processo com o conteúdo e a disciplina.

Outro aspecto que é importante questionar/consultar aos estudantes é a utilização e conhecimento sobre a programação computacional, já que em atividades realizadas, serão utilizadas programações no software específico, esse parâmetro irá direcionar a ação do professor na divisão do tempo para dedicação da programação.

Gráfico3- Frequência relativa referente a questão 3 do questionário inicial (Apêndice C)



Fonte: Pesquisa realizada

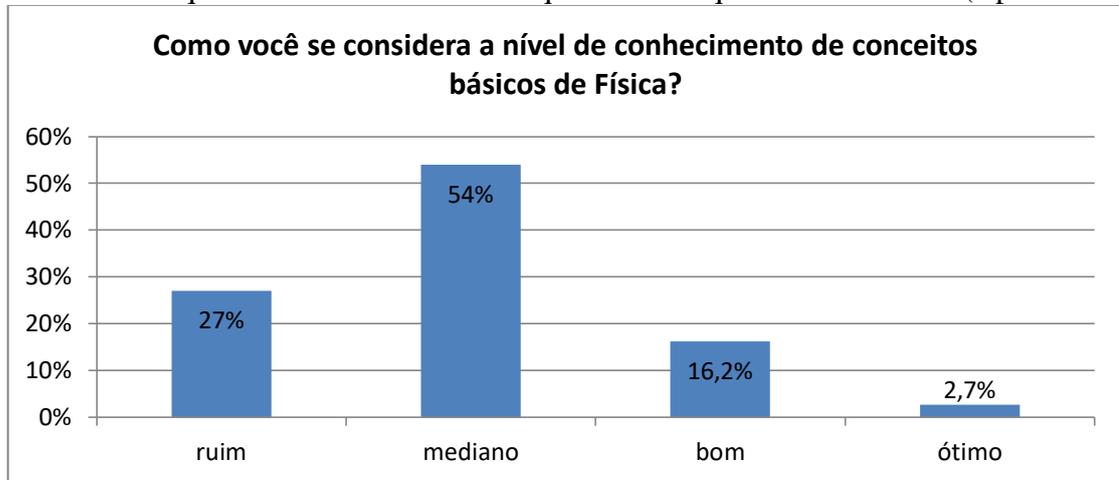
Percebemos que, de acordo com as respostas dadas, temos um número muito grande de estudantes que não têm conhecimento prévio de programação de qualquer tipo e também,

aqueles que nem sequer sabem do que se trata, o que requer uma atenção maior a essa parte da atividade, mesmo se tratando de uma linguagem simples é necessário um domínio para manipular os robôs.

Nesse momento da pesquisa os estudantes já conhecem a definição e objetivo da disciplina de Física, já tiveram contato com uma introdução à disciplina no início do 1º ano do ensino médio, e já relacionaram o estudo de Ciências no Ensino Fundamental com conceitos Físicos, podendo assim realizarem uma autoavaliação do que vivenciaram até o presente momento.

Temos um parâmetro interessante para discutir, pois aí está um dos maiores objetivos da metodologia, que é justamente fazer com que os estudantes tenham uma aprendizagem significativa dos conteúdos em Física.

Gráfico 4 -Frequência relativa referente a questão 4 do questionário inicial (Apêndice C)



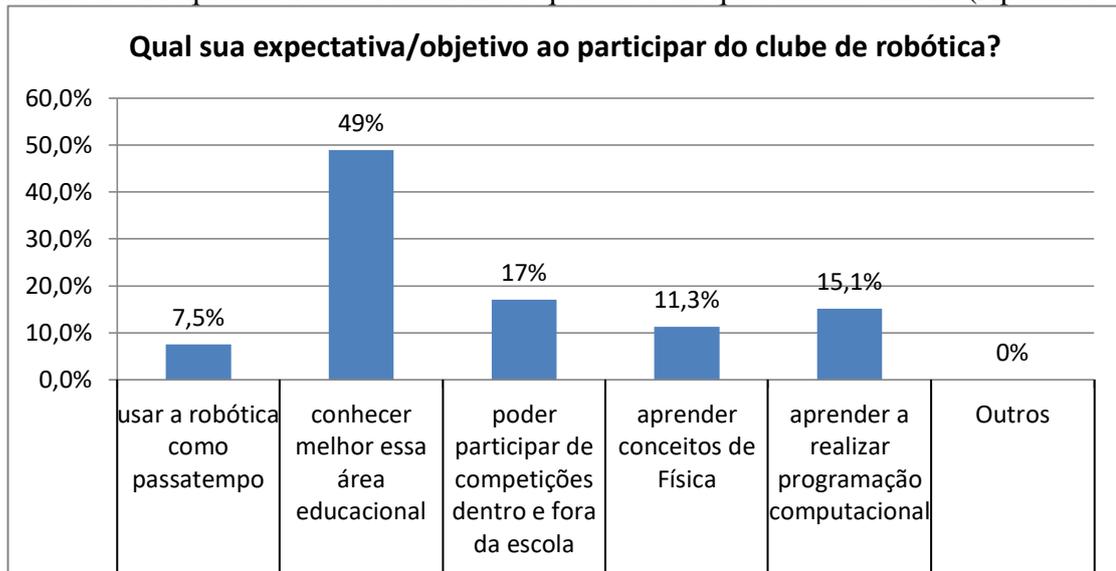
Fonte: Pesquisa realizada

A maioria dos estudantes pesquisados se considera “mediano” aos conceitos básicos da Física, o que para nós professores, é algo preocupante, como também aqueles que se avaliam “ruins”. Temos, então, um desafio maior do que o esperado inicialmente, pois a intenção da metodologia é reverter esse quadro de deficiência na referida disciplina

Entender e conhecer o objetivo do aluno, ao se propor no estudo da robótica educacional nessa fase inicial, é de grande importância, pois, assim poderemos direcionar as atividades para aquilo que pretendemos.

Nessa pergunta do questionário os estudantes foram instruídos, a, se necessário, marcarem mais de uma resposta, contabilizando um total de 57 respostas do total de 37 alunos, e assim chegamos ao gráfico a seguir:

Gráfico 5 - Frequência relativa referente a questão 5 do questionário inicial (Apêndice C)



Fonte: Pesquisa realizada

Os resultados encontrados mostram que os estudantes que se inscreveram para participar das atividades de Robótica Educacional, têm por objetivo, conhecer a área em si, poucos estão interessados em aprender conceitos físicos, porém, ao longo do processo, espera-se que os mesmos possam desenvolver um interesse maior pela Física, e esse também será o desafio para o direcionamento das atividades em prol da construção das habilidades e competências em Física e também em outras áreas das ciências.

A possibilidade de poderem participar de competições envolvendo Robótica também é um estímulo para a continuidade do estudo e conseqüente compreensão e aprofundamento de conceitos físicos. Para tal ação, o professor deve estar disposto a propor desafios e situações que despertem a necessidade de tal conceito, para realização de tarefas e situações competitivas.

## 7.2 - DISCUSSÕES DAS ATIVIDADES

Neste tópico vamos relatar situações envolvendo a realização das atividades que foram pré-definidas, mostrando o que os estudantes puderam perceber naquele momento, suas dificuldades e interações.

Temos a descrição de observações e anotações feitas em sala de aula, durante a realização das atividades, ou seja, estamos falando de uma avaliação por observação. Segundo Sant'Anna apud Ávila (2012), a observação é elemento fundamental no processo de

avaliação, pois fornece informações referentes à área cognitiva e afetiva do aluno. A observação torna possível acompanhar o processo de apreensão das coisas e elementos e as relações que existem entre elas, conseqüentemente pode mudar e adequar a metodologia do professor.

### **7.2.1 - ATIVIDADE 1**

Nessa atividade temos uma grande euforia, por parte dos estudantes, quando se trabalha a metodologia LEGO pela primeira vez, pois os mesmos encontram-se bastante ansiosos para manusear aquelas peças e já pretendem realizar montagens assim que encontram os kits nas bancadas. Nesse primeiro momento, temos que instruir os mesmos quanto à divisão de tarefas, a observação e leitura correta do manual de montagem e o cuidado com as peças, esse é um momento bem trabalhoso, porém, necessário, pois depois que os estudantes se familiarizem com esses processos, o trabalho fluirá melhor nas próximas atividades.

Existe nesse momento uma troca de ideias e não podemos deixar de destacar a formulação de estratégias para a montagem, o que desenvolve no estudante, uma criatividade e compartilhamento de informações no grupo e entre os grupos. Segundo BIZZO (2009, p. 68): Reais oportunidades de aprendizagem implicam em trocas de ideias, em conversa, em trabalho cooperativo. Pedagogicamente é um momento de troca de conhecimentos e descobertas, um trabalho com desenvolvimento coletivo.

### **7.2.2 - ATIVIDADE 2**

A atividade 2 centra-se, ainda, na familiarização dos componentes do kit, nesse caso, os sensores, e também no conhecimento e manuseio de ferramentas básicas do software NXT 2.0 Programming.

Os sensores foram testados e foi informado aos estudantes como é o seu funcionamento, nesse momento, são discutidos alguns conceitos físicos relevantes. Por exemplo:

- O sensor ultrassônico “entende” a distância de um objeto através da emissão e leitura das ondas sonoras refletidas (nesse caso fora da faixa de percepção do ouvido humano) em relação ao tempo. Os estudantes começam a ter um

conhecimento que ainda não está no currículo do 1º ano do ensino médio, porém, estão sendo fortalecidos com um conceito prévio de ondulatória que é interessante e que estão vivenciando na prática.

- O sensor de luz reconhece a taxa de reflexão de uma luz emitida por ele mesmo, os alunos então são instruídos a utilizarem o sensor em várias superfícies e percebem que esse valor (nesse caso em taxa de percentual) muda, de acordo com a cor da superfície. Nesse processo os estudantes passam a perceber que, quanto mais escura a cor da superfície, menor será a taxa de reflexão. Eis mais um conceito físico, que também não faz parte do currículo naquele momento, porém, desperta interesse e curiosidade.

Na utilização do software de programação é proposta uma ação simples, no caso, mover o robô para frente e depois para trás. Temos o primeiro contato com a utilização do computador em nossas atividades, muito dos estudantes, como já foi analisado anteriormente, não possuem experiência alguma com programação, e é um momento de descoberta de ter a “poder” de movimentar aquele robô da forma que o mesmo assim desejar, pois foi proposto posteriormente que o mesmo faça a programação que assim desejar. Esse aluno tem naquele momento um poder de pertencimento e de apropriação do seu material de estudo, ele é o sujeito direto do processo e não algo vindo verticalmente, professor para aluno, temos uma relação horizontal do processo, aluno/aluno e aluno/professor.

Essa atividade, além de possuir um objetivo de conhecer os componentes, visa ainda o despertar do interesse do estudante, mostrando como a física está presente no nos mais diversos aspectos tecnológicos e naturais.

### **7.2.3 - ATIVIDADE 3**

Toda sequência metodológica, para fins de uma aprendizagem significativa, deve ter um crescente conjunto de desafios, partimos de uma montagem simples realizada anteriormente, apenas com um motor e que se movia apenas para frente ou para trás para o robô educador, que possui dois motores e tem a possibilidade de pilotagem, podemos ter agora um robô que pode se mover em todo um espaço bidimensional.

A montagem agora requer um tempo maior, os passos pré-estabelecidos são maiores e a quantidade de peças usadas também são maiores, mas o processo tornou-se mais dinâmico,

aquelas dúvidas em relação à tal peça a ser utilizada já está minimizada no andamento do processo.

Alguns conceitos matemáticos são inseridos nas atividades, ao propor que o robô de desloque e faça a trajetória de um quadrado, estabelecemos algumas condições como ângulo de rotação, espaços iguais em cada lado do quadrado imaginário e o tempo em que isso ocorre. Percebe-se nessa atividade, o empenho dos estudantes para a realização da tarefa e a questão da tentativa /erro é bem evidente, os grupos retornam várias vezes ao computador para corrigir distorções na programação, pois, apesar de ser uma ação simples, requer uma calibragem nas manobras, a fim de fazer a trajetória mais próxima possível de um quadrado.

No momento da apresentação da programação final, temos uma troca de conhecimentos e estratégias, engrandecendo o processo de colaboração e desenvolvimento da criatividade, por não haver uma programação específica e, sim, um conjunto de alternativas possíveis para a tarefa específica.

É interessante criar situações onde os estudantes possam refletir sobre seus próprios conhecimentos, comparando-os com os dos colegas, sendo convidados a procurar por explicações diferentes e perceber que pode não existir plena compatibilidade entre elas. A postura científica demanda enfrentar as contradições a partir de uma base lógica e experimental. (BIZZO, 2009, p. 69).

Podemos dizer que a atividade prendeu a atenção dos estudantes e proporcionou uma troca interessante de estratégias entre os grupos, chegando à percepção, por parte dos estudantes, que aquela sua programação não estava tão eficiente como a de outro grupo, porém, não perdendo o valor de cada uma delas, e essa mediação por parte do professor é importante, para que os estudantes não sintam-se inferiores uns com os outros e sim parte de um processo amplo.

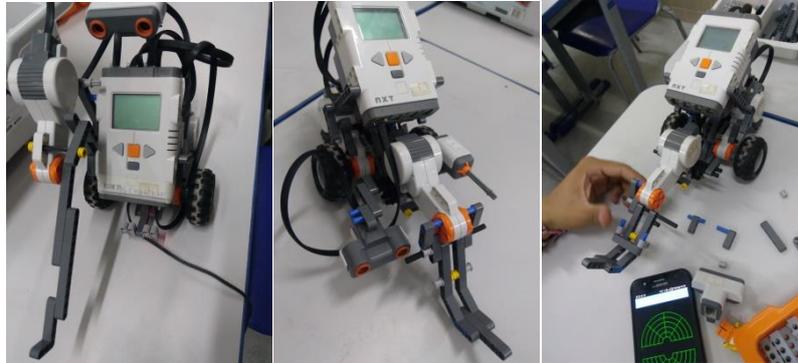
#### **7.2.4 – ATIVIDADE 4**

Nessa atividade procuramos explorar a tecnologia presente no kit tecnológico LEGO e o aparelho celular, algo muito comum na sociedade contemporânea, e que grande quantidade dos estudantes tem os mesmos à disposição, diariamente.

A atividade, que consistia em rebocar um determinado veículo, precisava da criatividade dos mesmos para que montassem uma alavanca no robô educador, acionada por um terceiro motor. Os resultados dessa montagem foram bem satisfatórios, pois os estudantes

tiveram autonomia para montar do jeito que acharam melhor esse complemento, não tivemos manual nessa parte da montagem.

Figura15 – Colagem de diferentes montagens realizadas por alunos na atividade 4



Fonte: Autor

Foi proposto aos estudantes que realizassem a tarefa de reboque, que anotassem o tempo e fizessem a medida da distância. Tivemos, então, uma atividade que relacionava a velocidade média do veículo, que posteriormente foi comparada e discutida com os outros grupos. Essa discussão, envolvendo conceitos de velocidade e tempo, também foi comparada com uma disputa de eficiência na tarefa, uma competição entre os grupos que acabou por incentivar a criatividade.

A competição na educação é muito questionada por vários autores, porém, temos que ter o cuidado de como trabalhar essa competição, devemos mediar a atuação dos estudantes nesse processo.

O que naturalmente observamos é que o mundo está cada vez mais competitivo, as pessoas se veem cada vez mais na necessidade de se mostrarem “melhores”. Não vejo problema nenhum. Entretanto, o que acontece é que de fato algumas pessoas acabam ultrapassando seus próprios valores, princípios éticos, apenas com o intuito de mostrar ser o melhor. É nesse ponto, que a competição perde a sua essência. (FERREIRA, 2014)

Outro conceito utilizado foi o de alavanca, os estudantes perceberam que algumas montagens deixavam o robô desequilibrado e tiveram que adequar a montagem para realização da tarefa. O centro de massa também foi um fator decisivo em um determinado grupo, ao mudar a posição do NXT em uma das montagens, o robô tendeu a tombar, por conta desse deslocamento de massa para cima, rapidamente os estudantes perceberam, mesmo sem conceituação física, que o ideal seria manter aquele componente mais próximo da base para evitar o problema.

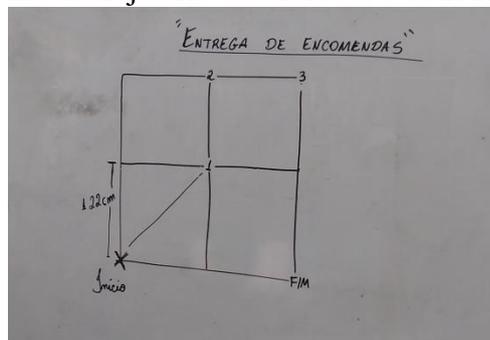
Essa atividade se mostrou bem interessante para os estudantes, pois os mesmos se concentraram e procuraram encontrar estratégias mais eficientes para a resolução da tarefa, tivemos um trabalho em grupo e uma discussão de resultados que proporcionou uma aprendizagem sobre conceitos físicos que os estudantes ainda não chegaram a ver como conteúdo curricular, e claro, não podemos deixar de citar a pré-disposição para realizar o que foi pedido, percebemos nesse momento o envolvimento nas atividades e a colaboração entre os estudantes.

### 7.2.5 – ATIVIDADE 5

Essa atividade foi direcionada para a utilização da programação e a realização de uma trajetória pré-estabelecida. Temos mais conceitos matemáticos do que físicos nessa atividade, porém, algo que deve ser levado em consideração é o desenvolvimento lógico e espacial para a realização da mesma, pois o robô deveria ser autônomo no seu percurso e os estudantes precisaram converter essas informações em linguagem computacional.

Tivemos inicialmente, uma construção coletiva do esquema da trajetória, onde os estudantes fizeram as medidas dos lados de um quadrado que compõem o piso do pátio da escola e, também, foi realizado o cálculo da circunferência da roda do robô, essa última, essencial para utilizar a quantidade de rotações que deveria ser executada, para passar pelos pontos 1, 2 e 3 pré-estabelecidos.

Figura16 – Esquema da trajetória da atividade 5 construída coletivamente



Fonte: Autor

É importante ressaltar que a programação foi bem diversificada, alguns estudantes resolveram utilizar a diagonal do quadrado e assim foi realizado um cálculo adicional, enquanto outro grupo fizeram o robô percorrer aproximadamente o lado do quadrado, porém, todos conseguiram realizar a tarefa proposta. Claro que os tempos dispostos para tal foram

diferentes, alguns tiveram uma compreensão maior no manuseio do programa, enquanto outros se basearam na questão de tentativa/erro, mas não desqualificando cada um dos métodos.

Figura17 – Robô executando a tarefa proposta



Fonte: Autor

### 7.2.6 – ATIVIDADE 6

A atividade de frenagem proporcionou um estudo investigativo referente às condições de atrito e conseqüente espaço percorrido até um obstáculo, para isso, foi utilizado um robô que, com auxílio de um sensor ultrassônico, “percebia” a distância e executava o travamento do motor.

Figura 18 – Robô que executará frenagem e seu sensor ultrassônico



Fonte: Autor

Foi proposta a realização de uma programação que incluísse a situação em que o robô se aproximasse ao máximo do obstáculo, no caso uma parede, e foram realizados vários

testes, nos valemos mesmo da tentativa/erro, modificando a distância que o sensor iria agir, e chegamos a uma distância muito próxima da parede, utilizamos a câmera do celular e filmamos a aproximação máxima do robô em relação à parede, sem haver colisão.

Posteriormente, foi proposta a utilização de uma fita adesiva nos pneus do robô, para simular uma situação de pneus carecas num veículo qualquer e que fosse, novamente, utilizada a mesma programação anterior que se aproximava ao máximo da parede, o que os estudantes constataram é que o robô colidia com a parede.

Fizemos uma discussão com os grupos, referente à situação encontrada e um dos estudantes fez a proposta de utilizarmos água e molhar o piso onde estávamos realizando os testes, para compararmos a frenagem anterior. Fizemos o teste e os estudantes comprovaram que nesse caso, a frenagem acabou sendo comprometida devido a diminuição do atrito por conta da água.

Figura 19 – Fita adesiva nos pneus e piso molhado para simular situações diferentes na frenagem do robô, fazendo um paralelo com veículos que possuem pneus carecas e transitam em dias chuvosos.



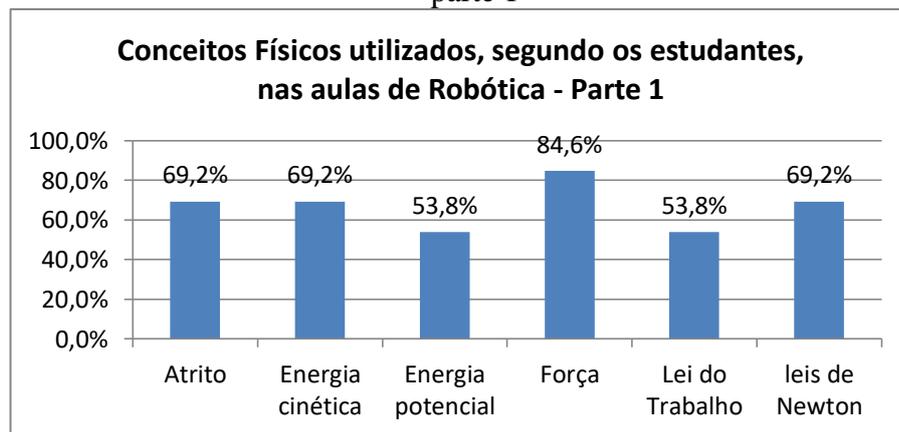
Fonte: Autor

Esta atividade teve uma importância tanto relacionada aos conceitos físicos, quanto à educação no trânsito, com essa simulação os estudantes comprovaram, através da observação das condições de pneus e do piso, a importância de respeitar os limites de velocidade e ter sempre os pneus em boas condições.

### 7.3 - QUESTIONÁRIO QUALITATIVO DE RESULTADOS DO CLUBE DE ROBÓTICA

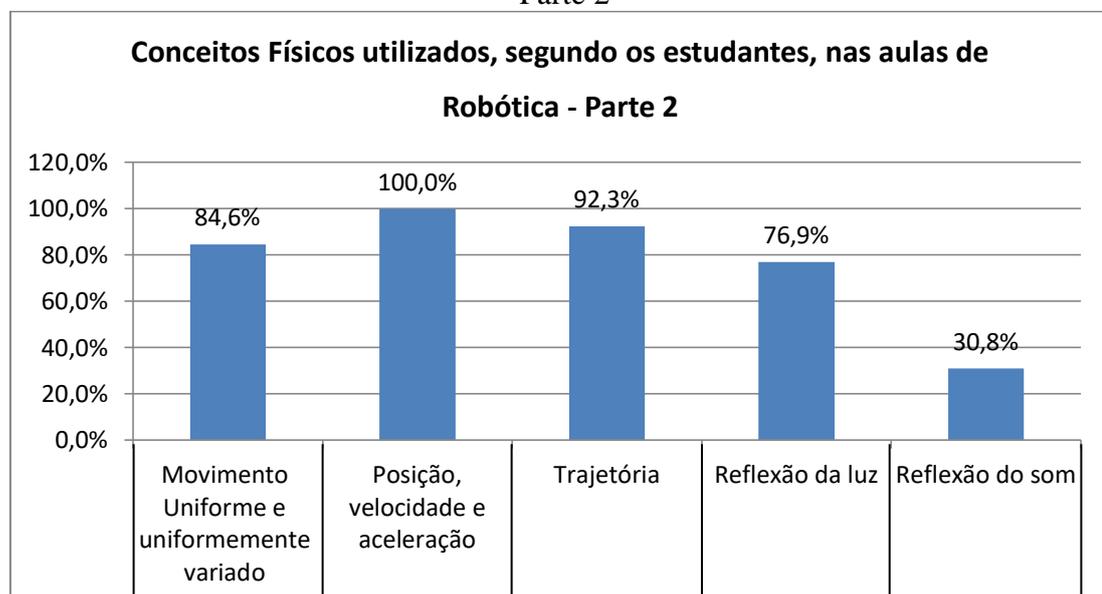
O presente questionário foi aplicado ao final das 6 atividades propostas aos estudantes, responderam a mesma 13 alunos, pois avaliamos que para um resultado fidedigno, precisaríamos de estudantes que participaram de todas essas atividades, infelizmente vários motivos foram responsáveis pela falta desses nos encontros semanais, mas esses problemas serão discutidos mais adiante, em outra seção.

Gráfico 6 - Frequência relativa referente à questão 1 do questionário qualitativo (Apêndice D) – parte 1



Fonte: Pesquisa realizada

Gráfico 7 - Frequência relativa referente à questão 1 do questionário qualitativo (Apêndice D) - Parte 2



Fonte: Pesquisa realizada

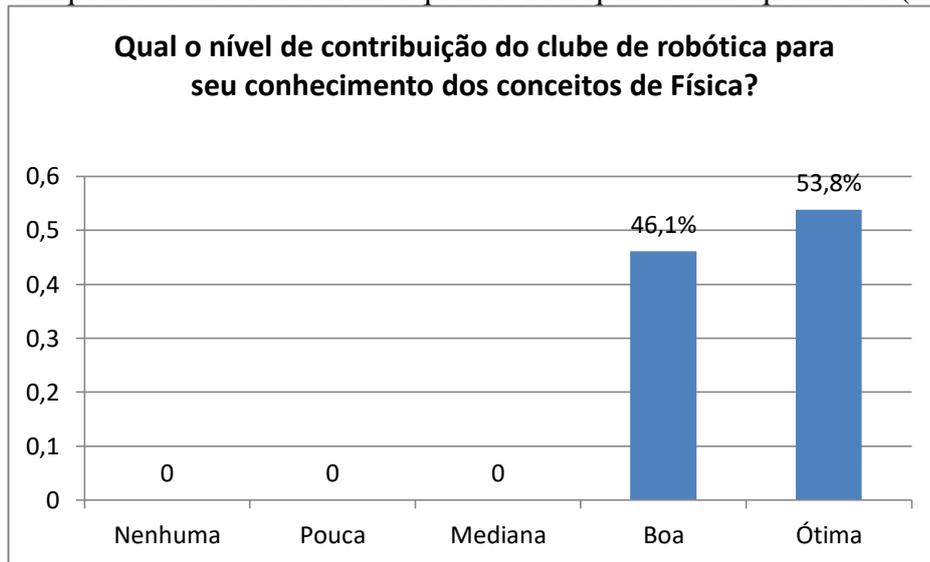
Os conceitos utilizados nas aulas de Robótica Educacionais foram associados no ato do questionário, pela maioria dos estudantes, alguns na sua totalidade como os conceitos de posição, velocidade e aceleração, acreditando que por se tratar de uma conceituação envolvendo Mecânica e que os robôs montados inicialmente necessitavam de tais observações para a programação, o conteúdo simples, mas, diga-se de passagem, essencial, ficou bem consolidado.

Conceitos como força, trajetória e os tipos de movimentos, também apresentaram um grande percentual de associação com as aulas de Robótica, os estudantes mostraram que conseguem diferenciar os movimentos, e que para muitas situações estudadas, precisavam relacionar a trajetória a uma programação, pode-se então perceber que a construção da programação ajudou a uma reconciliação integrativa com os conteúdos e conceitos físicos.

As formas de energia cinética, potencial e o trabalho de uma força mostraram um percentual de associação também considerável, em algumas situações, a ideia de velocidade associada à energia e ao trabalho realizado foram objetos de discussão nas mediações e nas apresentações de resultados.

Os funcionamentos de dois sensores específicos, o de luz e o de distância, apresentam funcionamento pela reflexão de ondas, os estudantes fizeram uma associação maior no que se refere ao sensor de luz e a reflexão, pois estavam vendo o processo acontecer, enquanto que o sensor de distância não foi relacionado a reflexão do som como esperávamos, os estudantes na sua maioria não compreenderam que se tratava de uma emissão de ultrassom, que não é percebido pelo ouvido humano, e pelo tempo de resposta de sua reflexão ao encontrar um obstáculo.

Gráfico 8–Frequência relativa referente à questão 2 do questionário qualitativo (Apêndice D)

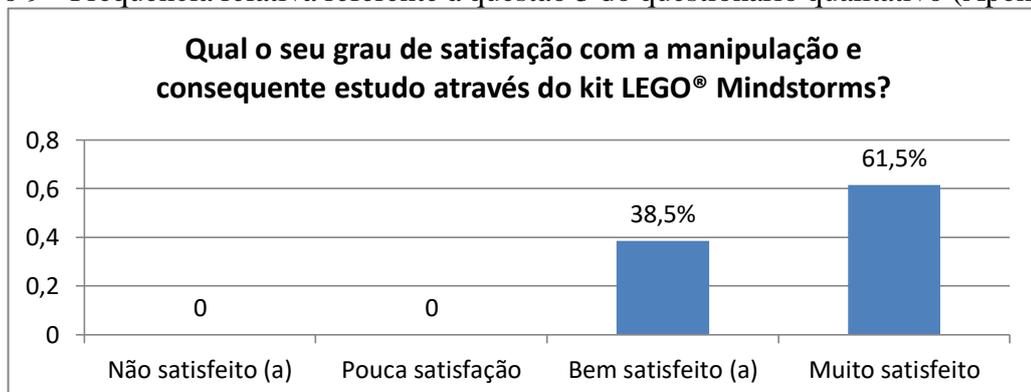


Fonte: Pesquisa realizada

O resultado obtido nessa questão do questionário, mostra uma autoavaliação dos estudantes, os mesmos estão relacionando o trabalho realizado no clube de robótica, com os conceitos que resultaram em aprendizagem. Percebe-se que a os estudantes, em sua totalidade, acreditam que a contribuição da metodologia do estudo de Robótica contribuiu na sua aprendizagem dos conceitos físicos.

Essa autoavaliação nos revela a concretização de um dos objetivos propostos no trabalho, que é uma nova forma metodológica de trabalhar os conceitos físicos e consolidação da aprendizagem, na perspectiva significativa desses objetos de estudo.

Gráfico 9 - Frequência relativa referente à questão 3 do questionário qualitativo (Apêndice D)

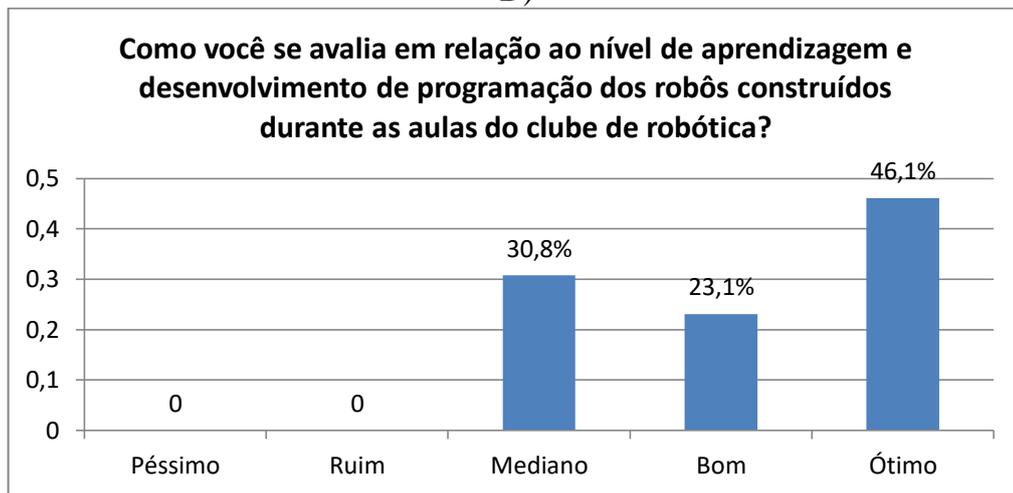


Fonte: Pesquisa realizada

Outro ponto importante, que foi discutido no questionário, é até que ponto a perspectiva inicial dos estudantes se concretizou durante as atividades propostas, e

percebemos que, segundo os mesmos, houve um grau de satisfação consideravelmente grande, onde um pouco mais de 60% dos estudantes se considerou muito satisfeito após estudar Física através da Robótica Educacional, ou seja, podemos perceber que a metodologia é algo que promove, além do desenvolvimento dos conceitos, uma forma de estudo prazerosa para os estudantes.

Gráfico 10 -Frequência relativa referente à questão 4 do questionário qualitativo (Apêndice D)

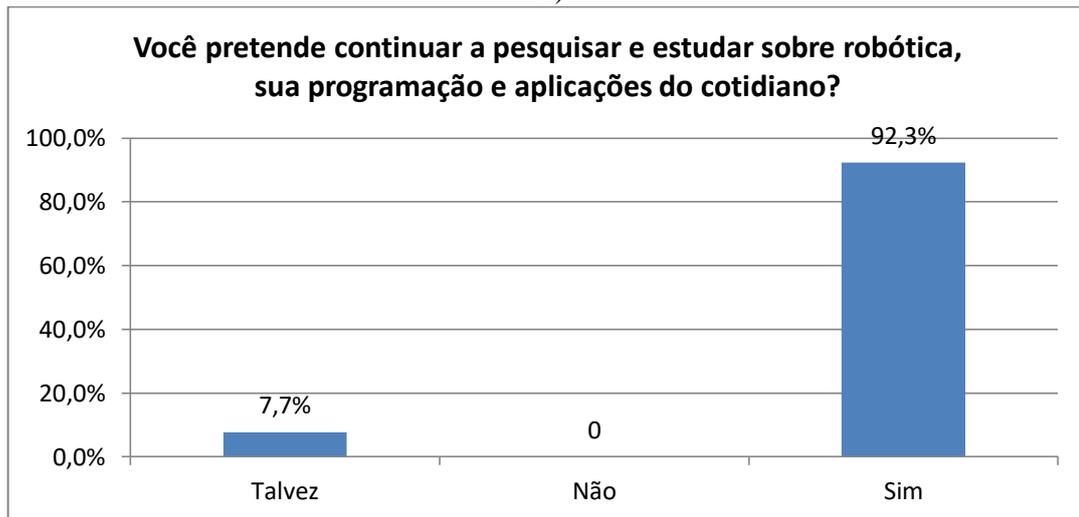


Fonte: Pesquisa realizada

A programação é uma parte essencial no estudo da Robótica Educacional, percebemos que um pouco mais de 30% dos estudantes estão se considerando em nível mediano à programação, enquanto um pouco mais que 46% estão se considerando ótimos nesse tipo de programação, existem algumas variáveis que interferem na questão do desenvolvimento da programação, como por exemplo, a afinidade com a informática de alguns estudantes e também a falta de computadores suficientes para a manipulação dos grupos, esse problema também será discutido em outra seção.

Mas, nesse contexto da programação, é importante ressaltar que as tarefas ou desafios foram superados por todos os grupos, porém, alguns dos estudantes eram mais aptos a desenvolver aquela programação, mesmo havendo um rede de colaboração, que não podemos confundir com cópias ou apropriação da ideia do outro, os estudantes não se sentiam confortáveis em ficar tentando e errando, e passavam essa tarefa a outro colega que resolvia aquele problema, porém, sem haver uma discussão ou compartilhamento adequado da estratégia utilizada.

Gráfico 11 - Frequência relativa referente à questão 5 do questionário qualitativo (Apêndice D)



Fonte: Pesquisa realizada

Uma das partes da metodologia LEGO® utilizada nesse trabalho, foi o ato de *continuar*, ou seja, que não temos um estudo pronto e acabado ao final de cada atividade, e que, por muitas vezes, temos um estudo cíclico dos conceitos e estratégias. E o que foi questionado aos estudantes nessa parte foi, justamente, a pré-disposição de continuação desse estudo, e indo mais além, até um trabalho ou profissão futura, que envolve a robótica e a automação.

Foi percebido que grande parte dos estudantes, mais de 90% pretendem continuar seus estudos com robótica, isso implica, além de pré-disposição para a aprendizagem, uma autodescoberta de habilidades únicas ao se trabalhar com Robótica educacional, proporcionando assim, oportunidades de conhecimentos para um mercado que, até então, era desconhecido pela maioria desses estudantes.

#### 7.4 – AVALIAÇÃO DO PROCESSO METODOLÓGICO

Nessa secção estaremos relatando uma avaliação que foi realizada pelos estudantes, com a mediação do professor, para percebemos os pontos positivos da metodologia e que poderia ser melhorado nas aulas futuras no Clube de Robótica e Criatividade.

Utilizamos como dinâmica, uma conversa em grupo, onde os estudantes poderiam falar e expressar sua opinião, e complementar a opinião de algum colega, a partir de duas questões principais. Essa conversa foi gravada e analisada posteriormente para relatar e

discutir os pontos mais importantes da aplicação metodológica das atividades e seus resultados na visão dos estudantes.

Para realização dessa avaliação em grupo, foram propostas duas questões para os estudantes:

1 - O que você considera de contribuição, na sua aprendizagem de Física, depois da realização das atividades no clube de robótica e criatividade? Foi algo que você considera proveitoso?

2 - Como sugestão, o que você considera que poderia melhorar em aulas futuras do Clube de Robótica?

Após a pergunta 1, alguns estudantes tiveram a iniciativa de expressar sua opinião e muitos acabavam ratificando a opinião do outro, então vamos selecionar a transcrição de algumas falas registradas no áudio e contribuições que consideramos importantes para a avaliação da metodologia.

**Estudante 3** – *Me ajudou a conhecer não só a parte teórica e sim na prática o que acontece, o que é que aquilo, por exemplo, no dia que a gente fez a frenagem, do atrito, o carro freando na água, fora da água (nessa parte o estudante se referiu ao piso molhado e seco) esse tipo de coisa, pneu careca...*

Percebemos aqui, a importância da atividade, na opinião do estudante, em relação à atividade 6, pois o mesmo considerou e recordou de conceitos de atrito, como também percebeu na prática, aqueles conceitos. Isso nos remete a concretização de um dos objetivos propostos no início do trabalho: **Criar um grupo que estará em constante estudo dos fenômenos físicos na natureza e no cotidiano dos estudantes.**

O estudante percebeu, através da atividade, conceitos físicos que teoricamente poderiam ter outro significado, mas que a prática os trouxe aspectos significativos importantes na construção do conhecimento em relação ao conceito físico.

Também tivemos depoimento de um estudante que não descartou a importância do estudo dos conceitos de forma teórica em sala de aula tradicional e expressou sua opinião

sobre essa metodologia ser uma complementação dos conteúdos vivenciados anteriormente. Como relatado pelo estudante 4:

**Estudante 4** – *Tipo, eu quando não estava nas aulas de Robótica, eu estudei alguns assuntos na sala de aula e não consegui pegar totalmente e aí quando entrei no grupo de robótica, nas aulas práticas e o professor explicando o passo a passo eu consegui aprender mais, não mais do que na sala, mas consegui complementar o que vi na sala, foi proveitoso.*

Temos aqui o que foi proposto anteriormente, que a RE não é a solução para todos os problemas no ensino de Física, mas tem um potencial importante como estratégia para a construção do conhecimento na perspectiva significativa. Como o estudante 2 que percebeu a importância do processo metodológico de um determinado conteúdo:

**Estudante 2-** *...é, me ajudou também, pois eu não sabia como usar energia cinética, pois não sabia como, e ajudou sim, foi proveitoso sim.*

Na fala de outro estudante percebemos a importância de os conceitos físicos estarem sendo revisados e contemplados em outras situações pedagógicas e metodológicas, estamos aqui comprovando, segundo a concepção do estudante 1, a importância do trabalho cíclico dos conteúdos propostos no currículo.

**Estudante 1**– *...serviu também como revisão, pois a gente estuda e passa pra outro assunto e depois não vai lembrando mais, tipo velocidade atrito, essas coisas...*

Em relação ao questionamento 2, os estudantes não apresentaram críticas ao processo metodológico, tivemos mais sugestões para apresentar ao restante da escola as construções realizadas e promover competições envolvendo robótica.

**Estudante 1** – *Fazer algum tipo de campeonato dentro da escola, pra mostrar aos alunos o que a gente faz, não ficar só pra gente, pra mostrar interesse a todo mundo.*

**Estudante 4** – *Mostrar pra eles (colegas) que não só é montagem, que precisa entender tudo o que você tá fazendo, tem todo um conceito físico por trás.*

Percebemos aqui, o interesse de compartilhar suas construções e seus conhecimentos com os colegas, como também, promover eventos maiores e que possam motivar outros estudantes a participarem do clube de robótica e criatividade.

## CAPÍTULO 8

### DISCUSSÃO CRÍTICA

Esse capítulo tem por objetivo, argumentar que a robótica educacional é uma ferramenta metodológica bem interessante para a construção de uma aprendizagem na perspectiva significativa, porém, possui seus limites, suas barreiras e a necessidade de um investimento de tempo para a concretização da sua metodologia.

O primeiro ponto a ser alertado para essa metodologia LEGO é que as salas de aulas devem estar organizadas em grupos, as bancadas devem estar bem-dispostas, para uma boa realização do trabalho com os estudantes. Essa organização me remete à implantação do projeto na rede estadual de Pernambuco em 2012, em que a escola onde trabalhava possuía carteiras de apoio de braço e que não formavam bancadas.

Figura 20 – Carteira escolar que impossibilita a formação de bancadas para o trabalho da metodologia LEGO®



Fonte: <http://mobilicenter.com.br/loja/cadeira-universitaria-em-madeira-formica/>

Figura21 – Carteiras Escolares disponíveis na escola



Fonte: <http://www.tvgirassol.com.br/wp-content/uploads/2015/09/Carteiras-2.jpg>

Esse é um problema estrutural que encontramos em várias escolas da nossa Gerência Estadual de Educação (GRE – AM), esse fato foi observado em formações de robótica que foram oferecidas no decorrer do ano de 2012 até 2017, vários professores relataram que não conseguem trabalhar com a robótica educacional por conta da estrutura física das escolas, inclusive a desapropriação de laboratórios de Física para salas de aulas tradicionais.

Em relação à infraestrutura das escolas, o Resumo Técnico do Censo Escolar de 2011 afirma que

A infraestrutura disponível nas escolas tem importância fundamental no processo de aprendizagem. É recomendável que uma escola mantenha padrões de infraestrutura necessários para oferecer ao aluno instrumentos que facilitem seu aprendizado, melhorem seu rendimento e tornem o ambiente escolar um local agradável, sendo, dessa forma, mais um estímulo para sua permanência na escola. (BRASIL, 2011, p. 33)

Outro aspecto negativo, na forma estrutural e de equipamentos, é a falta de um laboratório de informática e de computadores, disponíveis para a realização da programação dos robôs, tivemos que fazer algumas adaptações e improvisações, inclusive pedir aos estudantes que possuíssem computadores portáteis, que disponibilizassem os mesmos e os trouxessem para a escola nas aulas de robótica. Temos então, algo que é básico para a metodologia e que esbarra em investimento tecnológico na educação básica de nossas escolas.

A concepção de montagem, experimentação e relação com conceitos físicos, também têm que ser construídos com os estudantes, alguns gostam muito da construção do robô, porém, no momento de discutir a experiência com outros componentes do grupo e utilizar a matemática, percebe-se certo desagrado por alguns, pois a concepção de aula diferenciada ainda não está consolidada pelos estudantes, os mesmos acreditam que, por se tratar de algo prático, não precisariam utilizar aquelas fórmulas e construções de gráficos, por exemplo, bastaria só a montagem e funcionamento do robô e assim, estariam concluindo as tarefas propostas.

O mesmo acontece quando estudantes consideram essas aulas de robótica como um passatempo ou brincadeira, o professor tem que estar atento para esse detalhe, ou a metodologia fica vazia, sem a cobrança de um resultado por esse estudante e sem um cumprimento da metodologia pré-estabelecida, e de seus objetivos específicos para cada atividade.

Um aspecto bem geral e criticado por vários educadores, é a questão de implementação das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) nas escolas, sem haver

uma preparação adequada para aqueles que serão os principais responsáveis por fazer a utilização com os estudantes, que são os professores.

Transfere-se, desse modo, para as “mãos” dos envolvidos diretamente com as práticas escolares/pedagógicas a empreitada da transformação, cabendo-lhes recriar fazeres e saberes de lógicas estranhas e alheias a seu cotidiano. Evidentemente que o envolvimento dos professores e professoras nesta tarefa é fundamental, e a constituição dos significados sobre as TIC, do ponto de vista escolar e pedagógico, só poderá vingar com o envolvimento destes profissionais. O problema é que a incorporação das TIC no contexto escolar aparece como mais uma das pressões para alcançar os objetivos da qualidade na educação, constringendo mudanças, sobretudo no perfil profissional dos professores. Nesse processo, é necessário considerar as bases sobre as quais o “movimento” para o novo pode ser caracterizado. (ALONSO, 2008, p. 756).

A formação oferecida pelo Governo do Estado de Pernambuco também é deficiente, temos um material com um potencial significativo bom e que pode ser mais explorado, mas que em muitas escolas, encontram-se parados e guardados, pois os professores reclamam que não possuem conhecimento técnico e metodológico para utilização com os estudantes. É necessário um investimento pessoal para o estudo e utilização dos mesmos, nesse caso, o professor passa a ser um pesquisador e construtor das suas próprias aulas.

Ainda sobre esse ponto da construção da metodologia, a editora ZOOM disponibiliza revistas que propõem uma temática para cada aula, a montagem e os desafios a serem realizados, porém, o conteúdo relacionado à Física é muito “pobre”, sendo necessária uma adaptação para contemplar os objetivos da disciplina, ou seja, é preciso o professor investir tempo para a adequação da metodologia para seu público alvo.

Figura 22 – Revistas disponíveis da editora Zoom que acompanham o Kit LEGO® Mindstorms 9797 e trazem propostas de construções de robôs e seus desafios educacionais.



Fonte: Autor

A criatividade, que é um ponto importante na discussão do trabalho, deve ser estimulada, do contrário os estudantes serão apenas repetidores dos manuais de montagem que recebem. É necessário propor novas tarefas e complementação dos robôs montados. Porém esse ponto tem que ser mediado, alguns estudantes já procuram mudar a montagem, antes do que seria proposto, e isso acarreta em mudar a estrutura básica e remeter a erros na hora de análise de resultados para cada atividade. Enquanto outros estudantes ainda que pedido a modificação ficam “perdidos”, pois estão habituados a seguir a risca o manual. Por isso a mediação e o estímulo são fundamentais na tarefa do professor.

A colaboração também é outro fato que requer mediação, não podemos deixar que os estudantes confundam colaboração, com cópias das ideias dos colegas, isso ocorre, principalmente, no momento da construção da programação, onde um *bug* deve ser corrigido e os estudantes sentem-se tentados a se apropriar do que já deu certo com outro grupo, em vez de discutir com seu grupo, qual a estratégia melhor para resolver tal problema. A observação e participação do professor, nesses casos, são indispensáveis, para mostrar que não existe uma única resposta e que o desenvolvimento/crescimento do grupo, depende da resolução desses problemas, consolidando assim, várias estratégias para desafios futuros.

Um ponto que precisa ser revisto é a questão da construção de um estatuto do clube, que regulamentasse algumas ações, como por exemplo, as faltas dos estudantes em dois ou mais encontros, e que acabavam por não ter uma continuidade pedagógica, o que resultou num certo prejuízo no processo de programação e discussão dos conceitos físicos.

Outro ponto que deve ser revisto é o horário que aconteciam esses encontros (19:00h), pois, devido a uma crescente onda de violência, como pequenos assaltos, os responsáveis legais não permitiram a participação dos estudantes nessas aulas, onde alguns chegaram a me procurar e propor esses encontros nos sábados durante a manhã por exemplo, porém esbarramos em outro problema, não teríamos transporte da zona rural nesse dia, enfim, foram casos pontuais que acabaram por retirar a oportunidade de alguns estudantes da sua participação em algo que eles achavam interessante e que poderiam ajudar a desenvolver habilidades e competências diferenciadas a partir da Robótica Educacional.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sociedade atual está mudando, os meios tecnológicos estão cada vez mais presentes na escola, a implementação e adequação desses meios é necessária, o trabalho com Robótica Educacional é mais uma forma metodológica que traz à tona, uma forma inovadora de trabalhar Física no Ensino Médio e fazer com que os estudantes compreendam conceitos científicos diversos, que, por muitas vezes, parecem vazios, com o cotidiano.

Toda proposta metodológica nova trás um trabalho diferenciado, nesse caso, estamos falando de um produto educacional, e os desafios de pesquisar, adequar e reavaliar o processo estão presentes nesse contexto. A mudança, sabemos que é necessária, a escola não pode ficar apenas com métodos conservadores, onde o professor é o detentor do saber e os estudantes são receptores de conhecimento, e esse trabalho sobre robótica educacional, proporciona uma forma de romper esse paradigma.

Os alunos tiveram liberdade de produzir seus robôs e programá-los, com a mediação do professor, mas sua autonomia na construção do conhecimento e na discussão de resultados, foi peça chave no incentivo da aprendizagem, e não uma aprendizagem simplesmente por meio da memorização, mas algo que vai além do ato de decorar conceitos, eles tiveram a oportunidade de ver tais conceitos na prática, não através de experimentos trazidos prontos pelo professor, mas sim, construídos por eles, isso ajuda a proporcionar uma aprendizagem na perspectiva significativa.

A valorização do conhecimento prévio, o incentivo ao ato de *aprender a aprender*, a realização pessoal e coletiva pela construção bem-sucedida de um robô, e não pela simples reprodução do que está pronto e acabado, foram aspectos relevantes no trabalho de Robótica Educacional. Os estudantes sentiram-se sujeitos de seu próprio conhecimento, discutiram ideias e, de forma colaborativa, puderam ajudar no crescimento intelectual do grupo e nas relações conceituais presentes nos livros, só que de forma concreta.

O conhecimento em programação, mesmo sendo algo inicial ainda, foi concretizado ao nível esperado, muitos dos estudantes pesquisavam na web como realizar tal programação, e como podiam realizar determinada atividade/desafio, o que proporcionou um impulso a pesquisa e a valorização das ideias mútuas no grupo, alguns deles chegaram a dedicar-se a auxiliar outros grupos que ficaram sem alternativas para resolver certo problema.

Percebe-se que esse trabalho contribuiu para o desenvolvimento de conceitos Físicos, para a organização dos grupos e o respeito ao trabalho do outro, com isso, os estudantes

sentiram-se acolhidos em um ambiente que eles mesmos criaram, onde não tínhamos a regra do receptor do conhecimento, no caso os estudantes, e o professor também aprendeu com os mesmos. Uma grande atitude notada por alguns alunos foi a sua pré-disposição para aprender, algo que faltava, muitas vezes, por serem apenas mais um numa sala de aula, em que não relacionavam aquele conteúdo em seu cotidiano.

A forma como a disciplina de Física nas escolas é trabalhada com os estudantes precisa ser repensada, não basta fórmulas e conceitos escritos nos livros ou copiados da lousa, é necessário que os estudantes participem ativamente das discussões, da pesquisa e da iniciação científica como um todo, precisamos formar pessoas que inovem e não reproduzam o que já está pronto. A tecnologia é uma grande aliada nessa mudança, porém, é preciso empenho e criatividade para mudar práticas antigas, essas que não possuem eficiência a muito tempo, mas continuam sendo ações cotidianas nas salas de aula pelo Brasil.

A Robótica Educacional não é a solução de todos os problemas do ensino de Física, porém, é mais uma alternativa para promover a diferença entre criar e reproduzir, é a partir das discussões em grupos, no trabalho colaborativo que se tem a construção do próprio conhecimento. Nesse aspecto a metodologia foi promissora, os estudantes passaram a se preocupar em produzir, fato que também foi observado em sala durante as aulas cotidianas. Temos estudantes que se preocupam em pesquisar e descobrir novas formas de estudar robótica, não só a educacional, passaram a se interessar pelas áreas de engenharia e mecatrônica, perceberam que tinham certa vocação para aquele trabalho.

O trabalho de estudar a Robótica Educacional como metodologia para o ensino de Física não está concluído, temos muito o que pesquisar e observar com os estudantes, principalmente a construção de novas metodologias, as possibilidades são muitas, as relações com o cotidiano e as tecnologias de automação são amplas e o processo avaliativo é sempre contínuo. Mas o que podemos relatar e finalizar são o que os efeitos de aprendizagem construídas com esse grupo de estudantes, que tiveram que ir para escola mais um horário, e que os efeitos positivos foram satisfatório, que a metodologia mostrou-se eficaz, como também proporcionou o despertar para uma nova área de estudo para eles.

Finalizamos o trabalho com sentimento de realização e de sucesso da metodologia, o clube de robótica deverá continuar na escola e mais trabalhos poderão ser desenvolvidos, como a participação em olimpíadas externas envolvendo a robótica educacional.

## REFERÊNCIAS

ALONSO, K. M. Tecnologias da Informação e Comunicação e Formação de Professores: sobre rede e escolas. **Educação & Sociedade**. Campinas, v. 29, n. 104-Especial, p. 747-768, 2008.

ARAÚJO, Ives S. & VEIT, Eliane A. “Interatividade em recursos computacionais aplicados ao ensino-aprendizagem de Física.” Trabalho publicado nos Anais da **14ª Jornada Nacional de Educação**. Santa Maria: Editora da Unifra, 2008.

AUSUBEL, David P.. **Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva**. 1ª Edição. Lisboa: Plátano, 2003.

AVILA, Andriza P. A observação como parte do processo de avaliação formativa no ensino fundamental. **Anais Eletrônicos – IX Congresso Brasileiro de Linguística Aplicada**. UFSM, v. 1, n. 1, p. 13, 2012

BIZZO, Nélio. **Ciências: fácil ou difícil?** 1ª Edição. São Paulo: Biruta, 2009.

BRASIL. **Censo escolar da educação básica 2011: Resumo Técnico**. Brasília, Inep. 2012. Disponível em: <[http://download.inep.gov.br/educacao\\_basica/censo\\_escolar/resumos\\_tecnicos/resumo\\_tecnico\\_censo\\_educacao\\_basica\\_2011.pdf](http://download.inep.gov.br/educacao_basica/censo_escolar/resumos_tecnicos/resumo_tecnico_censo_educacao_basica_2011.pdf)>. Acesso em: 30 abr. 2018.

CABRAL, C. P. **Robótica Educacional e Resolução de Problemas: uma abordagem microgenética da construção do conhecimento**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. p.148. 2010.

CAPECCHI, M. C. V. de M. Problematização no ensino de Ciências. In: CARVALHO, A. M. P. D. (org). **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. 1 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2017.

CARVALHO, A. M. P. D. **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. 1 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2017.

EDUCAÇÃO, S. D. [educacao.pe.gov.br](http://educacao.pe.gov.br). **Secretária de Educação**, 2012. Disponível em: <<http://www.educacao.pe.gov.br/portal/?pag=1&cat=37&art=365>> Acesso em: 26 jan. 2018.

FEITOSA, J. G. **Manual Didático-pedagógico**. 1ª ed. Curitiba-PR: Zoom Editora Educacional, 2013.

FERREIRA, A. Até que ponto a competição entre estudantes é saudável? **Artigos**, 2014. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/artigos/academico/ate-que-ponto-a-competicao-entre-estudantes-e-saudavel/77072/>> Acesso em: 30 abr. 2018

FEYNMAN, R. P. **Lições de Física de Feynman [recurso eletrônico]: edição definitiva.** Porto Alegre: Bookman, V. 1, 2008.

FOUREZ, Gérard. “Crise no ensino de Ciências?”. **Investigação em Ensino de Ciências.** Vol8 (2), 2003, p. 109-123.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos da Física: mecânica.** 8ª ed. Rio de Janeiro: LTC, v. 1, 2008.

MELO, M. M. L. D. Robótica e Resolução de Problemas: Uma experiência com o Sistema Lego Mindstorms no 12º ano. Universidade de Lisboa. Lisboa, p.202. 2009.

MORAN, J. M. Ensino e Aprendizagem inovadores com tecnologia. **Informática na Educação: Teoria & Prática,** PGIE – UFRGS, V. 3, n.1, p. 137-144. 2000.

MOREIRA, M. A. “Aprendizagem significativa: um conceito subjacente.” **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review.** Vol1 (3), 2011, pp 25-46.

NUNES, Sérgio da Costa & SANTOS, Renato Pires. “O construcionismo de Papert na criação de um objeto de aprendizagem segundo a taxinomia de Bloom.” **IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC.** Águas de Lindóia, SP, 2013.

OLIVEIRA, C. M. .A. O que se fala e se escreve nas aulas de Ciências? In:CARVALHO, A. M. P. D. (org.) **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula.** 1 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2017.

OUCHANA, D revistaeducacao.com.br. **Educação,** 2015. Disponível: <<http://www.revistaeducacao.com.br/o-que-e-a-robotica-educacional-e-quais-sao-os-ganhos-para-o-aprendizado/>> Acesso em: 25 jan. 2018.

PELISSONI, A. M. S. Objetivos Educacionais e Avaliação da Aprendizagem. **Anuário da Produção Acadêmica Docente.** Faculdade Anhanguera de Campinas, V. III, n. 5, p. 129-139, 2009.

PIAGET, Jean. **The Grasp of Consciousness: Action and Concept in the Young Child.** Cambridge, Mass: Harvard University, 1976.

PRADO, M. E. B. B. Nied – Unicamp, 2000. Disponível em: <[http://www.nied.unicamp.br/oea/mat/LOGO\\_IMPLICACOES\\_bette\\_nied.pdf](http://www.nied.unicamp.br/oea/mat/LOGO_IMPLICACOES_bette_nied.pdf)> Acesso em 1 de maio 2018.

PSICOATIVO. **Psicoativo,** 2017. Disponível em: <<http://psicoativo.com/2017/03/diferencas-entre-construtivismo-e-construcionismo-psicologia.html>>. Acesso em: 24 jan. 2018.

SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. In: CARVALHO, A. M. P. D. (org.). **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula.** 1 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2017.

SOUZA, Renato Rocha. Uma proposta construtivista para a utilização de tecnologias na educação. In: SILVA, Ricardo Vidigal; SILVA, Anabela Vidigal (orgs.). **Educação, aprendizagem e tecnologia**: um paradigma para professores do século XXI. Porto, Lisboa: Edições Sílabo, 2005. P. 121-138

WERTHEIN, Jorge. A sociedade da informação e seus desafios. **Ciência da Informação**, Brasília, V. 29, n. 2, p. 71-77, maio/agosto 2000.

## APÊNDICE A – Produto Educacional



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO - UFRPE**  
**SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA - SBF**

**Sequência de Didática: Clube de Robótica e Criatividade direcionado ao ensino da Física**

**Autor: Richardson Wilker da Silva Melo**

**Orientador: prof. Dr. Alexandro Cardoso Tenório**

### RESUMO

Esta sequência é uma estratégia didática voltada para o ensino da Física, a partir da Robótica Educacional, utilizando o kit LEGO® Mindstorms 9797, onde os estudantes participarão de forma ativa, colaborativa e participativa das atividades propostas que serão apresentadas nas seções seguintes. Buscando, assim, um ensino voltado para a consolidação de conteúdos estudados, na mecânica clássica, com a prática e a construção de seus próprios objetos de aprendizagem, no caso os robôs.

**Palavras-chave:** Ensino de Física; Robótica Educacional; Mecânica Clássica; Aprendizagem Significativa.

### APRESENTAÇÃO

A sequência didática destina-se aos professores do Ensino Médio, que ministram a disciplina de Física, principalmente aqueles que possuem turmas do 1º Ano dessa etapa do ensino, porém, não podemos descartar o uso dessa metodologia para alunos de outros anos, com a finalidade de proporcionar uma revisão de conteúdos já trabalhados anteriormente.

Para o uso dessa sequência é necessário a escola dispor de kits de robótica, especificamente o LEGO® Mindstorms 9797, e de computadores com o software NXT 2.0 programming instalados.

Ao adotar essa sequência, o professor está proporcionando uma construção coletiva do conhecimento, levando em consideração, a colaboração dos alunos e a mediação do professor. Sendo uma oportunidade de discussão de resultados entre os componentes do clube de robótica e, também, de relacionar teoria e prática dos conteúdos presentes no currículo da escola.

As atividades são propostas com a finalidade de proporcionar uma aprendizagem na perspectiva significativa, baseada nas ideias de David Ausubel e também no construcionismo de Seymour Papert. Temos, então, uma proposta em que o estudante não é apenas um coadjuvante nos procedimentos de sala de aula, e sim um protagonista de seu desenvolvimento e construção do conhecimento.

## **OBJETIVOS**

- Desenvolver uma aprendizagem na perspectiva significativa na área das ciências, voltada para a disciplina de Física, como também de forma interdisciplinar, envolvendo outras disciplinas afins.
- Utilizar o material LEGO para o desenvolvimento criativo e tecnológico.
- Criar um grupo que estará em constante estudo dos fenômenos físicos na natureza e no cotidiano dos estudantes.
- Realinhar o tema transversal ciência e tecnologia para o cotidiano do estudante, fazendo com que o mesmo possa se sentir sujeito de criação e conhecimento próprio.
- Promover a divulgação das atividades realizadas na escola para troca de informações, críticas e sugestões para melhorar o processo ensino aprendizagem.
- Discutir informações que não estão totalmente contempladas no currículo, mas que estão presentes na mídia e nos sites de divulgação científica, promovendo, assim, um diálogo entre escola e cotidiano dos estudantes.
- Combater a pseudociência e promover um senso crítico das explicações possíveis de um certo fenômeno, estimulando o ato da pesquisa e da iniciação científica.

## PROCEDIMENTOS INSTRUACIONAIS DA METODOLOGIA DA ROBÓTICA LEGO®

A metodologia proposta para o acontecimento das aulas deve está pautada em 4 fases: contextualizar, construir, analisar e continuar. Essas fases devem acontecer de forma cíclica, como representado na figura a seguir:

Figura 1 – Fases da Metodologia LEGO® Education



Fonte: (FEITOSA, 2013, p. 24)

Vamos aqui explicitar cada uma dessas fases nas ideias de Feitosa (2013):

- **Contextualizar:** Nesta fase, estabelece-se uma conexão dos conhecimentos prévios que o aluno possui, com os novos. Percebemos aqui, uma conexão com os subsunçores, da teoria de Ausubel. Neste momento, o aluno entra em contato com o tema com o qual irá trabalhar na fase seguinte.
- **Construir:** Toda tarefa envolve uma atividade de construção relacionada à contextualização. O aprendizado ativo envolve dois tipos de construção: a construção física e a mental. O processo de construção física de modelos proporcionará um ambiente de aprendizagem fértil para o processo de mediação a ser realizado pelo educador, que negociará conflitos, ouvirá diferentes ideias e opiniões para os mesmos problemas propostos e orientará quanto ao uso racional e efetivo da tecnologia e à aquisição de novos conhecimentos. A proposta do professor como mediador acontecerá de forma bem evidente nessa fase do processo.

- **Analisar:** Nesta fase, os alunos são levados a pensar como funcionam suas montagens, experimentando, observando, analisando, corrigindo possíveis erros e validando assim o projeto. Ao analisar o que foi feito, eles têm a oportunidade de aprofundar seu conhecimento. Como resultado, desenvolvem conexões entre o conhecimento anterior e as novas experiências vivenciadas.
- **Continuar:** Nesta fase, os alunos são convidados a resolver uma situação-problema. Com isso, eles se mantêm em um estado de motivação intrínseca, fazendo com que o processo de ensino e aprendizagem se torne cíclico e contínuo. Como também, eles podem propor novos problemas entre o grupo ou para outros grupos, essa fase será de desafio e aberto à criatividade.

As aulas da RE LEGO® devem acontecer num ambiente previamente preparado, com mesas postas em grupos e computadores para a realização das programações, cada grupo terá, necessariamente 3 ou 4 componentes, isso porque, são atribuídas funções específicas para cada um deles: Apresentador/líder, Organizador, Construtor e Programador.

Segundo Feitosa (2013) as tarefas de cada função serão:

- **Apresentador/líder:** é o responsável pela apresentação do projeto e dos resultados coletados durante a aula, também auxilia as demais funções atuando como volante, sendo peça fundamental no trabalho em equipe.
- **Organizador:** é o responsável pela organização geral, incluindo o kit. Ele também coordenará a organização e a seleção das peças (em conjunto com o construtor) e a desmontagem do projeto, para armazenar adequadamente todas as peças.
- **Construtor:** responsável pela coordenação das montagens, de forma que todos os integrantes participem das atividades.
- **Programador:** é o responsável pela elaboração da programação e pela automatização da montagem. Para isso, deverá utilizar o computador e a interface LEGO®.

É importante ressaltar que essas funções são alternadas a cada nova aula ou desafio, fazendo que cada estudante desenvolva uma atividade diferente ao longo de quatro aulas, ou seja, eles podem se identificar em cada caso e perceber a necessidade de cada componente do grupo, valorizando assim o trabalho do outro.

## **ESTRUTURAÇÃO DA SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES**

Cada atividade terá seu OBJETIVO próprio, às vezes procurando prezar pela reintegração dos conhecimentos, e sendo necessária uma visão de mediação pelo professor, tendo por finalidade direcionar o desenvolvimento dessas competências e habilidades. De acordo com o Feuerstein apud Feitosa (2013): a mediação da aprendizagem é um tipo especial de interação entre quem ensina e quem aprende, na qual o mediador interpõe e seleciona os estímulos externos, atuando como um facilitador da aprendizagem.

A ORGANIZAÇÃO tem por finalidade evitar alterações e consequente desvio da atividade proposta, pois, se tratando de um kit com várias peças e possibilidades, não podemos permitir a improvisação sem o devido objetivo pré-estabelecido. Também se propõe que a organização permita ao estudante desenvolver autossuficiência, capacidade de auto avaliação, capacidade de planejamento, coordenação e determinação.

Assim como toda aula, a DISCIPLINA deve ser observada, o que mais o professor deve perceber nessa etapa da atividade é a participação efetiva de cada componente do grupo. Não permitindo o ócio de uns enquanto outros sobrecarregam funções, é mais que necessário um trabalho em grupo de fato, nesse caso teremos uma produção coletiva e de forma colaborativa.

A grande dificuldade na atualidade no processo de ensino aprendizagem é a MOTIVAÇÃO do estudante, então essa parte do desenvolvimento da atividade visa a inquietação desses estudantes por problemas que tendem a despertar o pensamento lógico e questionador dos mesmos, deixando sempre uma atividade com certo grau de inacabamento, promovendo assim um estudo cíclico de situações diversas. A identificação dos passos envolvidos na obtenção do sucesso proporciona motivação para enfrentar novos desafios (FEITOSA, 2013, p. 62). O estudante precisa saber onde o professor pretende chegar com aquela atividade e entender que não terá respostas prontas, cabe a ele buscar as mesmas.

### **ATIVIDADE 1 – Primeiro contato**

Objetivos:

- Conhecer o material LEGO.
- Realizar construção “Bugger” usando o kit LEGO Mindstorms 9797.
- Trabalhar em grupo, respeitando as funções designadas pelo professor.

Organização:

- Trabalho em grupo de 3 ou 4 componentes.
- Dispor de aproximadamente 30 min para a montagem após as instruções.

Ações Disciplinares:

- Respeitar as funções pré-estabelecidas.
- Prezar pelas regras de montagem, seguindo o fascículo correspondente.

Motivação:

- Colocar o robô para se mover e alterar sua velocidade.
- Questionar para os estudantes o que eles poderiam utilizar para melhorar seu robô Bugger, permitindo, assim, a criatividade e manipulação de peças diversas.

### Manual para montagem do Buggy com o material LEGO®





Essa atividade, apesar de ter um caráter bem simplista, tem um grande valor metodológico, pois é nela que os estudantes podem começar a perceber a quantidade e variedade de peças dispostas nos kits, o cuidado com a posição de colocação dessas peças, a importância de seguir os passos do manual de montagem e, também, a necessidade da divisão de tarefas no grupo.

## **ATIVIDADE 2 – Programação e Sensores**

### Objetivos

- Conhecer, diferenciar e testar os sensores do kit.
- Observar o software de programação NXT programming e reconhecer as funções básicas.

### Organização

- Dispor de aproximadamente 30 min para testes com o software de programação.

### Ações disciplinares

- Permitir o uso de ferramentas simples na programação e proporcionar o compartilhamento entre os integrantes de grupos distintos.

### Motivação

- Levantar situações problemas ou testes envolvendo os sensores que dispõem o kit de robótica em estudo.

Os sensores são essenciais na leitura de dados para a execução de determinada tarefa, por isso, o primeiro contato contará com definições físicas da sua funcionalidade por parte do professor e os testes simples, que poderão ser direcionados para situações de leitura simples, como distância, intensidade sonora e reflexão da luz.

### **ATIVIDADE 3 – Robô educador**

#### Objetivos:

- Realizar uma montagem mais complexa, envolvendo 2 motores.
- Realizar funções de pilotagem e seguir trajetória pré-estabelecida.
- Utilizar o software NXT programming para realizar funções de direção e percursos pré-estabelecidos.

#### Organização:

- Dispor um tempo de 60 minutos para montagens.
- Propor a programação com base na tentativa/erro.
- Discutir com os grupos a trajetória que será seguida e propor organização do pensamento em uma espécie de croqui.

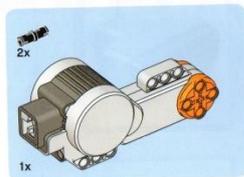
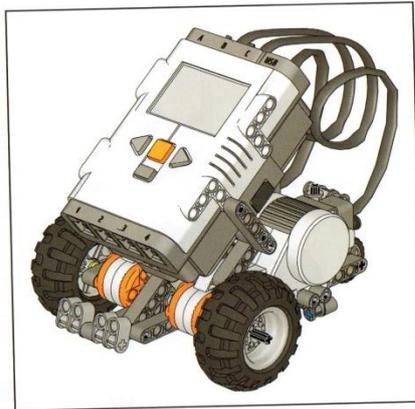
#### Ações disciplinares:

- Socializar a trajetória que será seguida e questionar sobre a estratégia que os grupos pretendem utilizar.
- Propor a divisão de tarefas para agilizar as ações de programação.

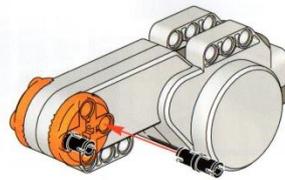
#### Motivação

- Propor a medida de tempo para cada percurso completo realizado pelo robô educador, e confrontar esses valores para ver qual grupo foi mais eficaz na realização da atividade.
- Mostrar a importância que se tem para se planejar uma determinada trajetória em um tempo menor, levando em consideração, por exemplo, um veículo dos Bombeiros que precisa atender uma ocorrência e chegar ao local em um tempo menor, sem precisar descumprir as regras de trânsito.

# Manual de montagem para o robô educador LEGO®



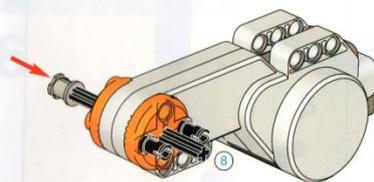
1



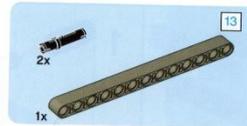
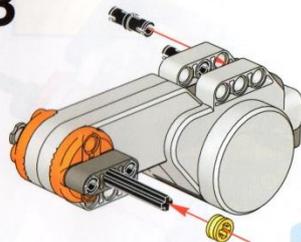
8



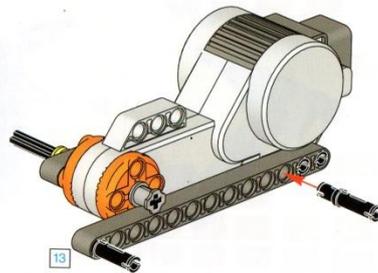
2



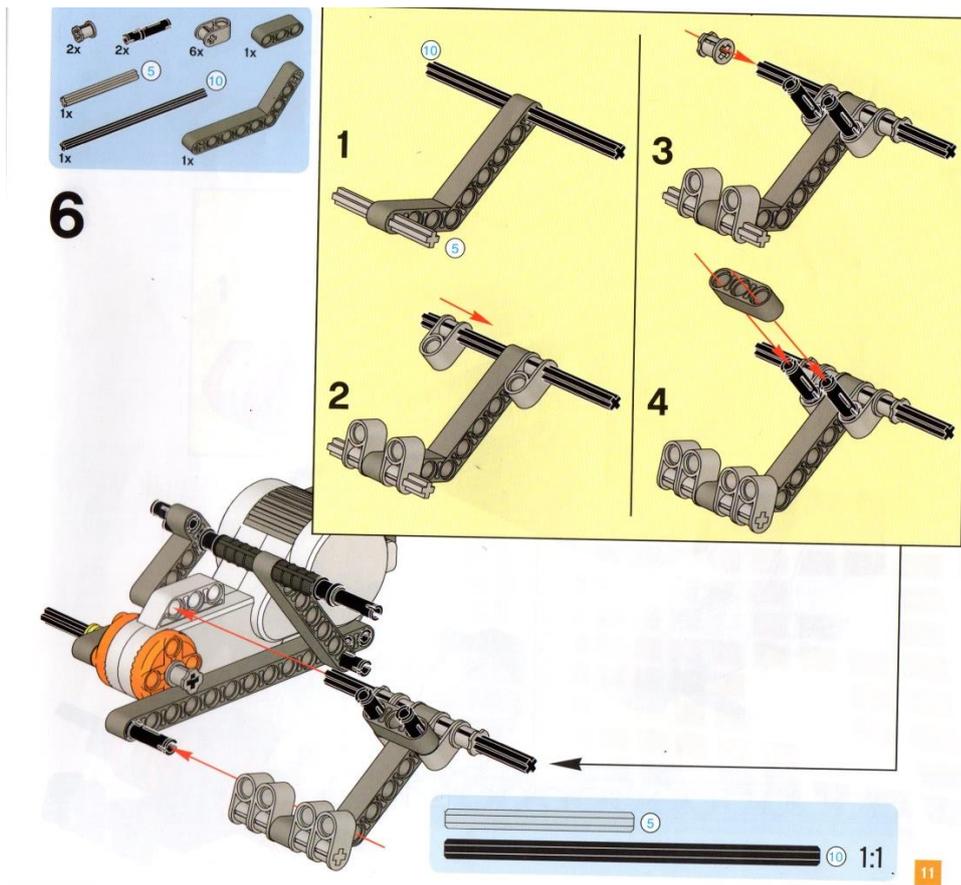
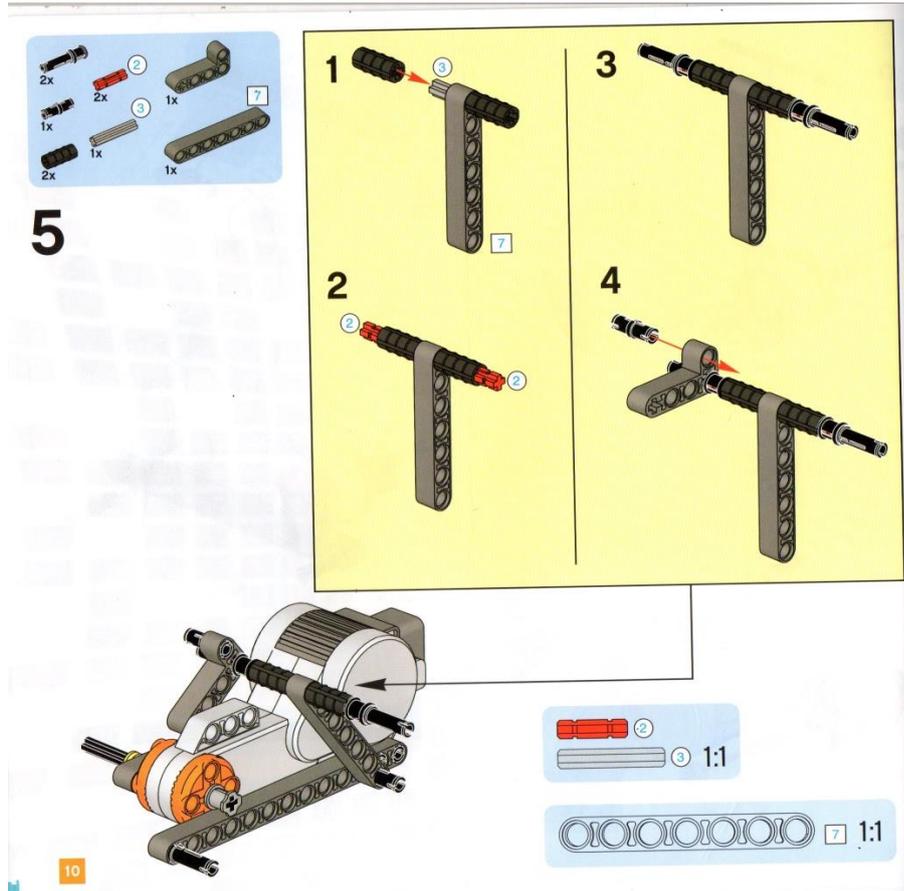
3

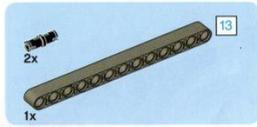


4

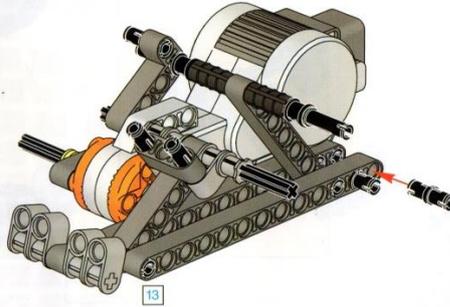


9

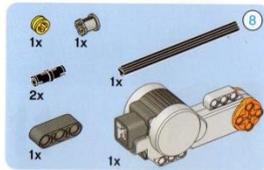




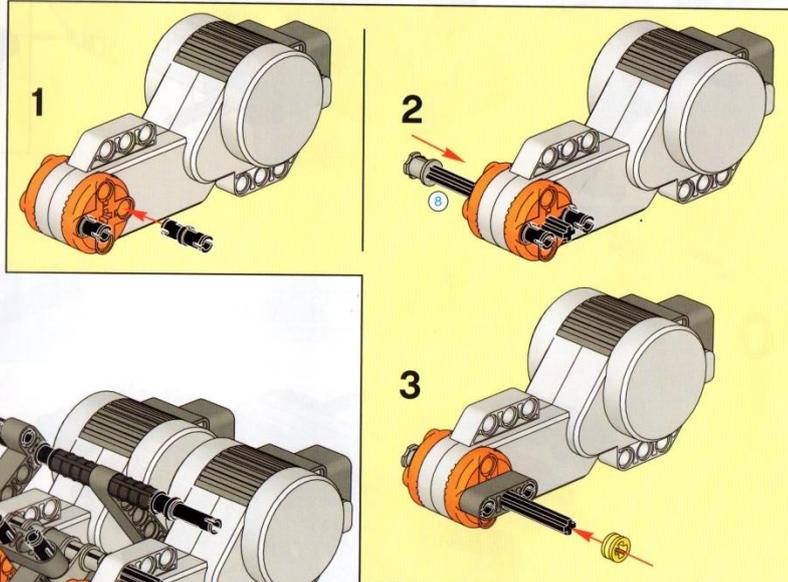
7



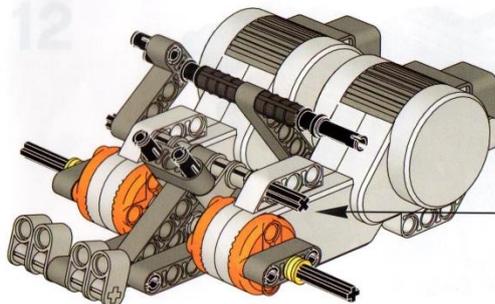
12



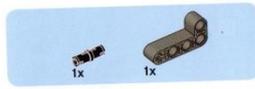
8



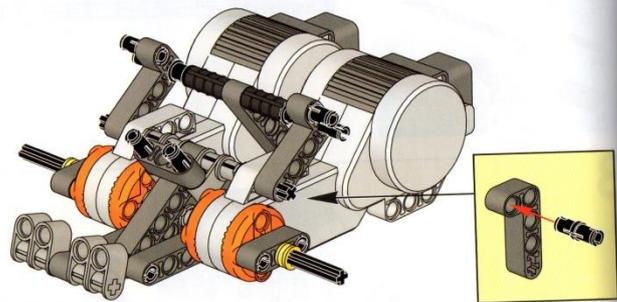
12



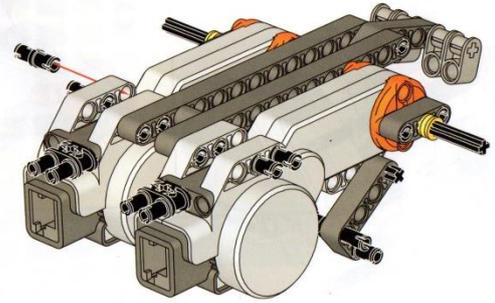
13



9



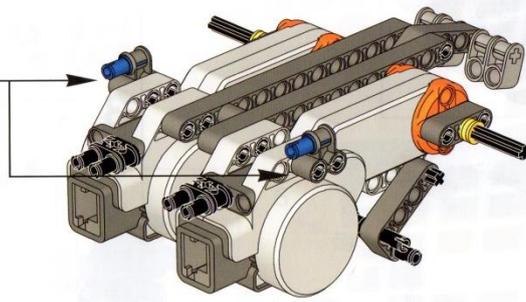
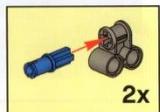
10



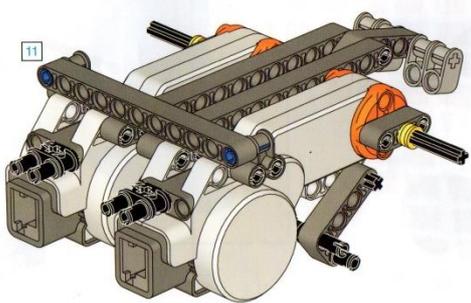
14



11



12



15

**16**

1

2

3

4

4x 2x 2x 4

1x 1x 4

1x 1x 6 1x

1 2 2x 4

1x 1x 6 1x

16

Detailed description: This page shows step 16 of a LEGO assembly. It features a small inset image of the completed sub-assembly. The main assembly area is divided into four numbered steps. Step 1 shows a grey axle (4) being inserted into a grey Technic connector (1x). Step 2 shows a grey axle (4) being inserted into a grey Technic connector (1x), and a black rubber wheel (1x) being attached to the axle. Step 3 shows a grey axle (4) being inserted into a grey Technic connector (1x), and a yellow axle (2x) being inserted into the same connector. Step 4 shows a grey axle (6) being inserted into a grey Technic connector (1x), and the entire assembly being attached to a grey Technic connector (1x). A small orange box with the number 16 is located at the bottom left.

**17**

5

1

2

3

4

5

6

2x 2x 2x 3x 1x 2x 3 5 7 1x 1x

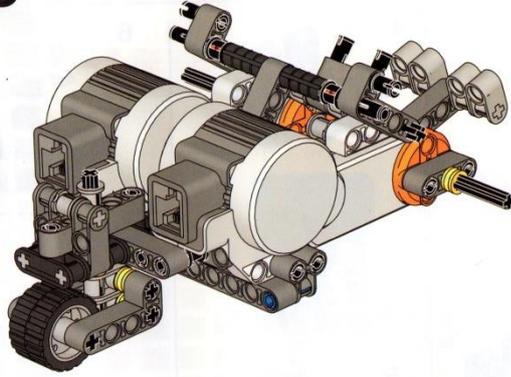
3 5 1:1

7 1:1

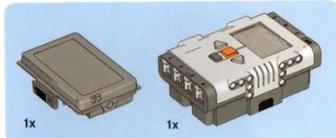
1 2 3 4 5 6

Detailed description: This page shows step 17 of a LEGO assembly. It features a small inset image of the completed sub-assembly. The main assembly area is divided into six numbered steps. Step 1 shows a grey axle (5) being inserted into a grey Technic connector (3). Step 2 shows a grey axle (5) being inserted into a grey Technic connector (3). Step 3 shows a grey axle (5) being inserted into a grey Technic connector (3), and a grey Technic connector (7) being attached to the axle. Step 4 shows a grey axle (5) being inserted into a grey Technic connector (3), and a grey Technic connector (7) being attached to the axle. Step 5 shows a grey axle (5) being inserted into a grey Technic connector (3), and a grey Technic connector (7) being attached to the axle. Step 6 shows a grey axle (3) being inserted into a grey Technic connector (7). A small orange box with the number 17 is located at the bottom right.

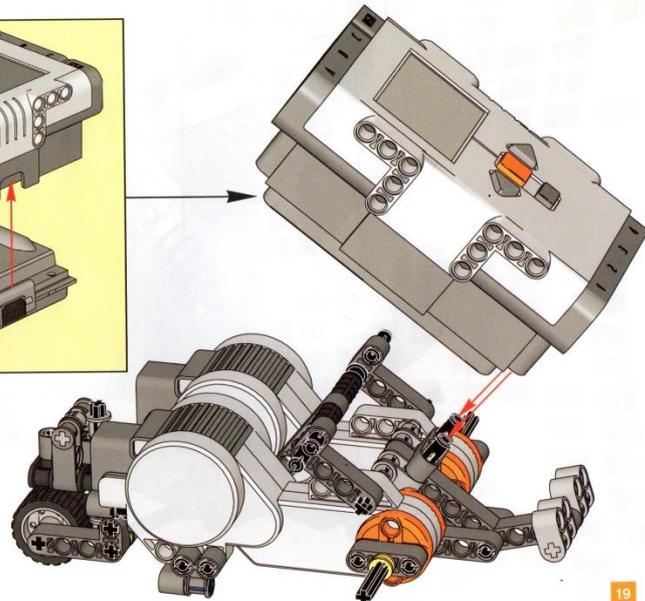
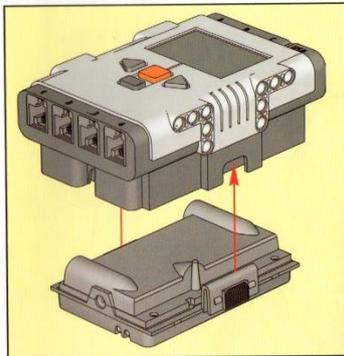
13



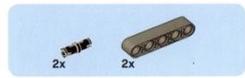
18



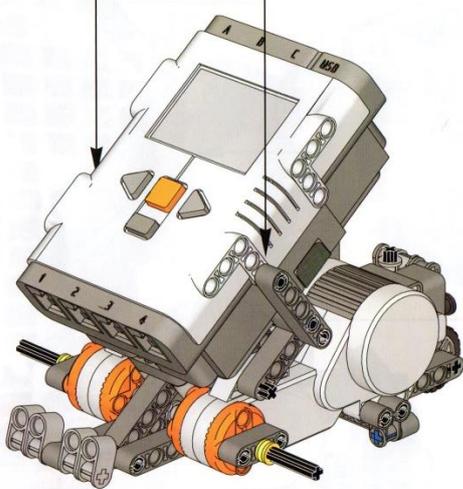
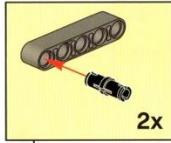
14



19



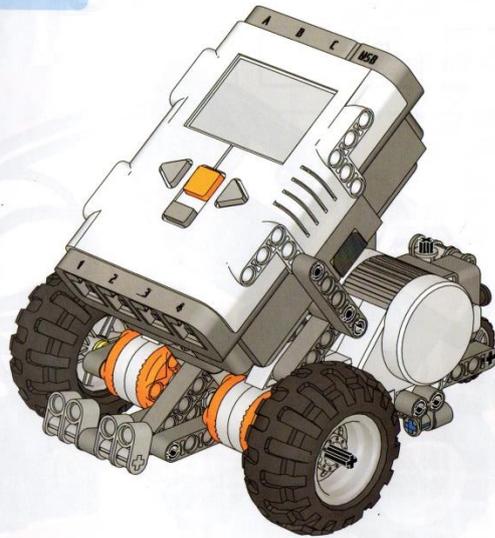
15



20



16



21

Essa atividade estará atrelada às anteriores, pois se espera dos estudantes que já tenham uma certa familiaridade com as peças e com o software de programação, como também, que a interação do grupo já esteja se consolidando de forma a facilitar o bom desempenho das atividades e consequente interação.

Percebemos também que, a partir dessa atividade, temos uma situação do cotidiano, a trajetória de um carro de bombeiros atendendo uma ocorrência, que pode ser modelada e simulada para estudo de conceitos físicos.

#### **ATIVIDADE 4 – Rebocando um veículo**

##### Objetivos

- Desenvolver uma atividade de montagem livre, onde o estudante poderá optar por seu modelo de veículo.
- Propor o desenvolvimento de estratégias ligadas a montagem e pilotagem.
- Utilizar aplicativo para celular para execução da tarefa de rebocar um veículo quebrado.

##### Organização

- Propor a atividade com explanação da situação problema.
- Limitar ao tempo máximo de 60 minutos para a montagem do carro reboque.
- Executar o reboque do veículo e marcar o tempo dessa ação, observando trajetória e execução da atividade.

##### Ações disciplinares

- O espaço possui uma trajetória pré-estabelecida para execução da tarefa, sendo apresentada para o grupo e não podendo haver modificações na mesma.
- Respeitar a distribuição de tarefas dos componentes do grupo.

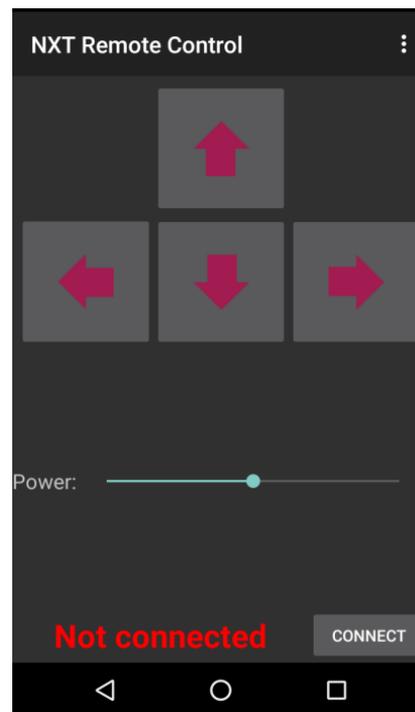
##### Motivação

- Cada grupo irá apresentar para os demais, a estratégia utilizada na montagem, descrevendo o que esperava do seu carro reboque e se tal expectativa foi concretizada, ou se foi necessário rever essa estratégia.
- O tempo também será apresentado e, com isso, poderemos fazer um ranking de eficiência dos grupos no reboque e concretização da tarefa adotada.

A atividade nesse caso propõe uma abertura à criatividade, pois a montagem em si do robô não é determinada previamente, o grupo tem que discutir qual a melhor estratégia para a realização da atividade e perceber que a eficiência de tal depende das peças utilizadas, principalmente na forma como se dará o engate no carro a ser rebocado.

Utilizaremos pela primeira vez o controlador NXT Remote Control, que será instalado no celular de pelo menos um componente do grupo e funcionará pela tecnologia bluetooth, e tem funções básicas de pilotagem e potência empregada nos motores.

Figura 2 – Screenshot do aplicativo para Android utilizado para controle do movimento do NXT e da potência dos motores envolvidos



Fonte: Autor

## **ATIVIDADE 5 – Planejamento de entrega de encomendas**

### Objetivos

- Realizar uma programação mais complexa, com intervalos de paradas e percurso de trajetória.
- Relacionar o robô a um carro de entrega automático, que poderia se dirigir a um certo endereço e aguardar a retirada da encomenda, para depois seguir para outro ponto da trajetória, que analogamente seria outro endereço.
- Estudar estratégias e realizar medidas para a execução da tarefa.

### Organização

- Os estudantes terão 90 minutos no máximo, para a montagem e medidas dos pontos de “entrega”
- A programação será assistida e mediada pelo professor, já que se trata da primeira programação mais complexa executada pelos estudantes.

### Ações disciplinares

- Os estudantes devem respeitar as regras do percurso, não podendo modificar a trajetória pré-estabelecida.

### Motivação

- O tempo não será ponto principal da análise dessa atividade, mas sim, a realização das “entregas” num espaço definido, onde posteriormente faremos a análise de quantos pontos foram concretizados com sucesso por cada grupo.

Nesse momento temos a realização de diversas medidas e programações, onde os estudantes se darão conta da complexidade de termos carros sem pilotagem humana, como também na percepção e correção de rotas.

Podemos considerar uma atividade que possui uma gama de grandezas físicas relacionadas à mecânica clássica, como também o planejamento e estratégias desenvolvidas pelos estudantes.

## **ATIVIDADE 6 – Frenagem**

### Objetivos

- Realizar a montagem e programação de um robô que possa frear, utilizando um sensor de distância.
- Desenvolver o conhecimento do atrito em pisos diferentes de forma prática, ao analisar a distância de frenagem.

### Organização

- A montagem será de 40 minutos para o robô.
- Os estudantes terão 15 minutos para realizar a programação e realizar testes.
- Simular a condição de pneus “carecas”, utilizando fita adesiva nas rodas do robô, observando e anotando as distâncias de frenagem envolvidas para posterior discussões.

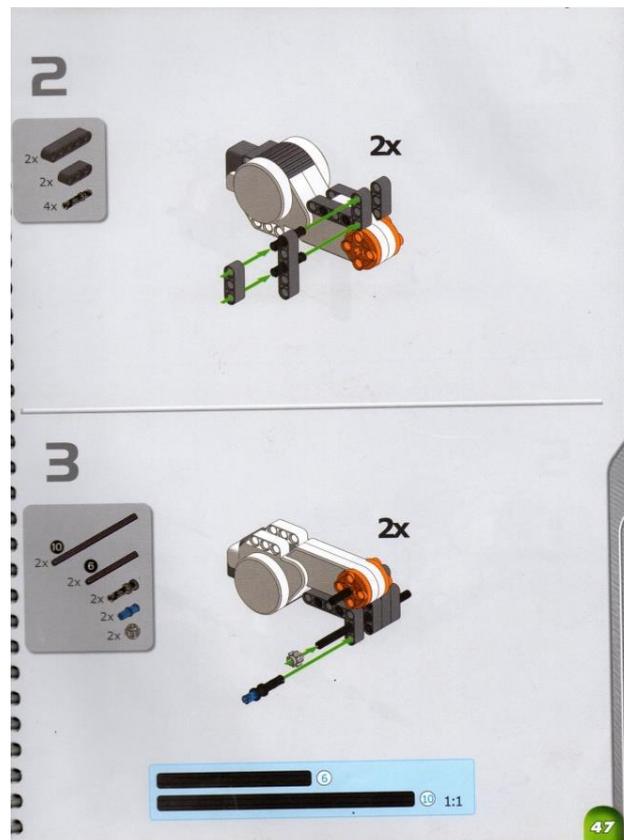
### Ações disciplinares

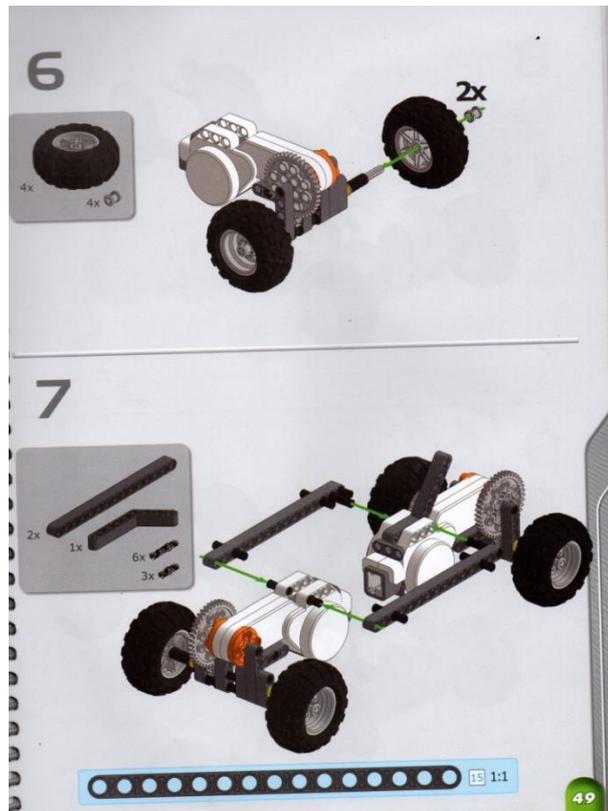
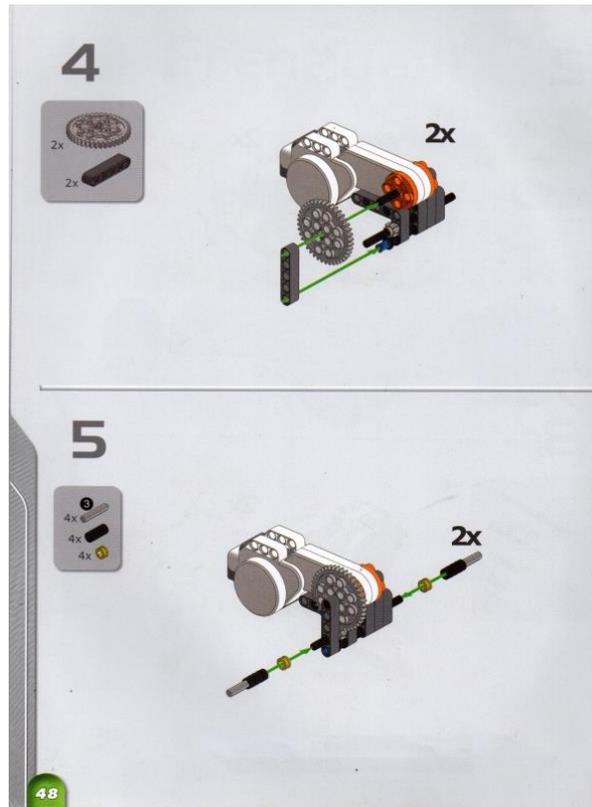
- Os componentes do grupo deverão obedecer a função pré-estabelecida.

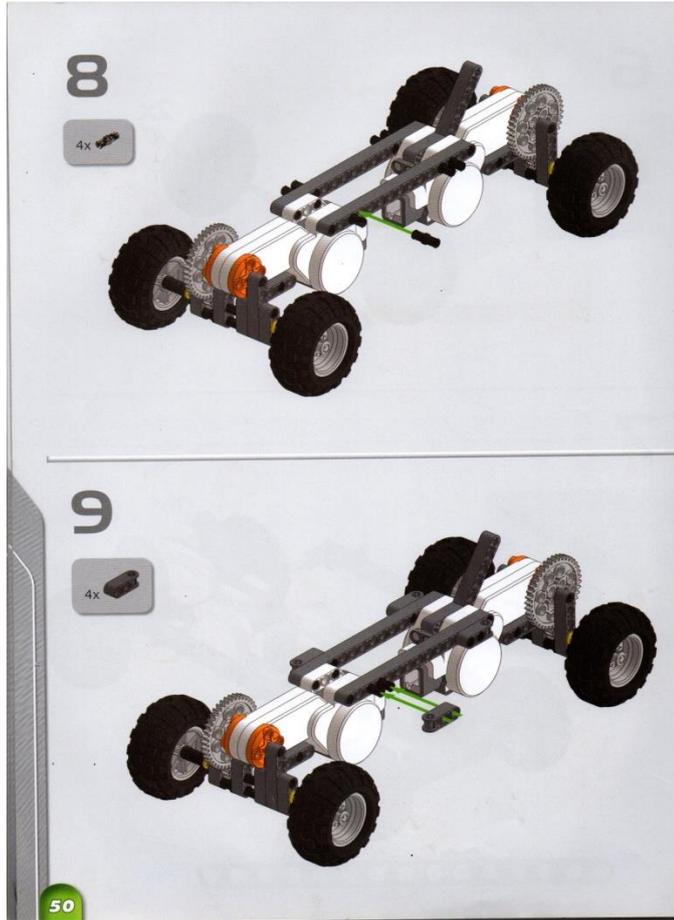
### Motivação

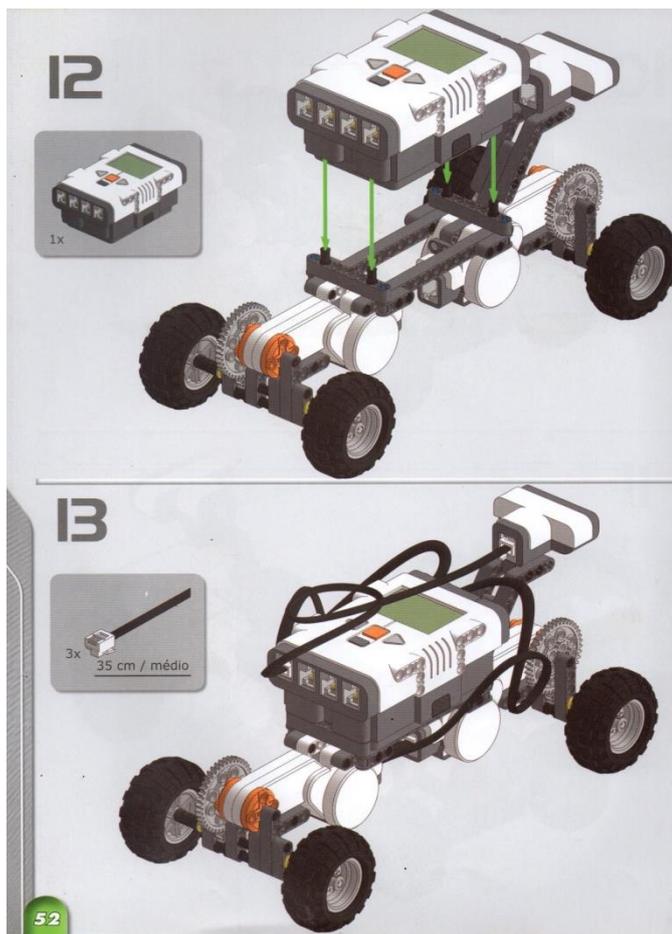
- Propor aos estudantes uma programação para que, durante a frenagem, o robô chegue o mais próximo possível do obstáculo, e depois comparar os resultados no grande grupo.
- Fazer um elo entre a montagem realizada e a possibilidade de veículos possuírem esse tipo de sensor para evitar colisões, por exemplo.

Manual de montagem para o robô frenagem:









Essa atividade, além do cunho pedagógico na disciplina de Física, pode ser relacionada à educação no trânsito, podendo ressaltar a importância de manter uma velocidade de acordo com a regulamentada em cada local, como também em dias de chuva, em que o atrito com as rodas do veículo diminui e o espaço da frenagem torna-se maior. Como também, os estudantes devem perceber a necessidade de realizar as trocas dos pneus quando os mesmos estiverem desgastados.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento dessa sequência didática possibilita um ensino na perspectiva significativa e o ensino de Física por investigação, os estudantes terão à sua disposição, materiais de montagem que podem desenvolver a criatividade e a autonomia nas aulas, é uma boa oportunidade de inovar e diversificar a metodologia do professor, como também, os conteúdos específicos daquele ano e de outros campos da ciência podem ser reintegrados em diversas outras atividades propostas, possibilitando assim um estudo mais amplo dos

fenômenos em questão. Um grupo de estudo onde estudantes possuem a função de protagonistas os dará mais significados às propostas curriculares presentes na escola, e os manterá pesquisadores e motivados a produzir novos materiais, nesse caso da sequência didática, mais robôs, sempre relacionando os mesmos aos fenômenos físicos em questão e ao cotidiano.

## **REFERÊNCIAS**

AUSUBEL, David P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva.** 1ª Edição. Lisboa: Plátano, 2003.

FEITOSA, J. G. **Manual Didático-pedagógico.** 1ª ed. Curitiba-PR: Zoom Editora Educacional, 2013.

## Apêndice B – Termo de autorização para os estudantes participarem dos encontros do clube de Robótica.



### EREM – Nossa Senhora do Perpétuo Socorro

Srs. Pais / Responsáveis:

O professor RICHARDSON WILKER DA SILVA MELO, responsável pelo Projeto de Robótica Educacional da nossa escola e mestrando do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), vem por meio desta solicitar seu consentimento para a realização de uma pesquisa com seu(sua) filho(a). O estudo em questão centra-se na investigação de como os sujeitos adolescentes constroem seus procedimentos para a resolução de problemas, centrados na disciplina de Física, usando a Robótica Educacional, onde os mesmos participarão de um CLUBE DE ROBÓTICA. Trata-se de um estudo qualitativo, usando como base, a análise de experimentos realizados com o kit semiestruturado de Robótica Educacional LEGO Mindstorms 9797 e o Software de programação NXT 2.0 Programming.

Os alunos envolvidos na pesquisa serão acompanhados de Fevereiro de 2018 a Novembro de 2018 pelo professor pesquisador, em turno inverso ao turno de aula, sem prejuízo ao horário de aula, nas segundas-feiras no horário de 19:00h às 21:30h. Os resultados desta pesquisa serão divulgados em eventos científicos e publicados posteriormente, mantendo-se a confidencialidade sobre o nome da instituição e dos sujeitos envolvidos na pesquisa. Tais resultados talvez possam vir a subsidiar práticas pedagógicas de professores que já trabalham ou que venham a trabalhar com Robótica Educacional nas escolas e abrir novas questões para posteriores aprimoramentos ou novas pesquisas.

Agradecemos a sua colaboração e disponibilizamos o telefone do professor para eventuais dúvidas.

Richardson Wilker da Silva Melo  
Prof. Pesquisador  
Fone: (87)99625-5065

#### AUTORIZAÇÃO:

Declaro estar devidamente esclarecido e autorizo meu (minha)/filho(filha) \_\_\_\_\_ estudante do \_\_\_\_ ANO, turma \_\_\_\_\_ do ensino médio, a participar da pesquisa.

Assinatura pais ou responsáveis: \_\_\_\_\_

Telefone para contato: \_\_\_\_\_

## **Apêndice C – Questionário aplicado aos estudantes ao iniciar as atividades do Clube de Robótica**

### **Questionário de entrada no Clube de Robótica**

1) Você conhece a Robótica Educacional?

Sim                       Não

2) Qual a sua concepção em relação ao estudo da robótica na escola?

ainda não sei responder

uma forma de diversão

uma forma de aprender brincando

uma situação de estudo que envolve conceitos físicos e matemáticos

3) Como você se considera em relação à programação computacional?

sem nenhuma experiência e sem conhecimento do que se trata

sem experiência, porém, sei teoricamente do que se trata

já tenho experiência básica em programação

já executo programação e me considero que tem domínio

4) Como você se considera a nível de conhecimento de conceitos básicos de Física?

ruim                       mediano                       bom                       ótimo

5) Qual sua expectativa/objetivo ao participar do clube de robótica?

usar a robótica como passatempo

conhecer melhor essa área educacional

poder participar de competições dentro e fora da escola

aprender conceitos de Física

aprender a realizar programação computacional

Outros

## Apêndice D – Questionário aplicado aos estudantes no fim da aplicação das 6 atividades propostas na metodologia.

### Questionário qualitativo de resultados do Clube de Robótica

1) Marque os conceitos de Física que você utilizou durante as aulas no clube de robótica:

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Atrito            | <input type="checkbox"/> Movimento Uniforme e             |
| <input type="checkbox"/> Energia Cinética  | uniformemente variado                                     |
| <input type="checkbox"/> Energia Potencial | <input type="checkbox"/> Posição, velocidade e aceleração |
| <input type="checkbox"/> Força             | <input type="checkbox"/> Trajetória                       |
| <input type="checkbox"/> Lei do trabalho   | <input type="checkbox"/> Reflexão da luz                  |
| <input type="checkbox"/> Leis de Newton    | <input type="checkbox"/> Reflexão do som                  |

2) Qual o nível de contribuição do clube de robótica para seu conhecimento dos conceitos de Física?

- |                                  |                                |
|----------------------------------|--------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Nenhuma | <input type="checkbox"/> Boa   |
| <input type="checkbox"/> Pouca   | <input type="checkbox"/> Ótima |
| <input type="checkbox"/> Mediana |                                |

3) Qual o seu grau de satisfação com a manipulação e conseqüente estudo através do kit LEGO®Mindstorms?

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Não satisfeito (a) | <input type="checkbox"/> Bem satisfeito (a)   |
| <input type="checkbox"/> Pouca satisfação   | <input type="checkbox"/> Muito satisfeito (a) |

4) Como você se avalia em relação ao nível de aprendizagem e desenvolvimento de programação dos robôs construídos durante as aulas do clube de robótica?

- |                                  |                                |
|----------------------------------|--------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Péssimo | <input type="checkbox"/> Bom   |
| <input type="checkbox"/> Ruim    | <input type="checkbox"/> Ótimo |
| <input type="checkbox"/> Mediano |                                |

5) Você pretende continuar a pesquisar e estudar sobre robótica, sua programação e aplicações do cotidiano?

- |                                 |                              |                              |
|---------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Talvez | <input type="checkbox"/> Não | <input type="checkbox"/> Sim |
|---------------------------------|------------------------------|------------------------------|

## **ANEXOS**

## ANEXO A – Imagens da relação de peças que acompanham o Kit LEGO® Mindstorms 9797

|  |                                 |  |                  |
|--|---------------------------------|--|------------------|
|  | acoplador 2                     |  | conector modular |
|  | bloco 1x2 amarelo transparente  |  | conversor        |
|  | bloco 1x2 verde transparente    |  | conversor A      |
|  | bloco 1x2 vermelho transparente |  | conversor B      |
|  | bloco 1x2                       |  | conversor D      |
|  | bloco 2x2                       |  | coroa dentada    |
|  | bola azul                       |  | eixo 2           |
|  | bola vermelha                   |  | eixo 3           |
|  | bucha                           |  | eixo 4           |
|  | cabo                            |  | eixo 5           |
|  | cabo conversor                  |  | eixo 5 anel      |
|  | conector                        |  | eixo 6           |
|  | conector eixo fricção           |  | eixo 8           |
|  | conector eixo                   |  | eixo 10          |
|  | conector fricção triplo         |  | eixo 12          |
|  | conector fricção bucha          |  |                  |



correia amarela



correia vermelha



engrenagem 8



engrenagem 12 chanfrada



engrenagem 16



engrenagem 20 chanfrada



engrenagem 24



engrenagem 36 chanfrada



engrenagem 40



inversor conector



lâmpada



luva



manivela



meia bucha



meia viga curva 5x3



mesa



motor



sensor de luz



sensor de som



sensor de toque



sensor de ultrassom



NXT



polia média



polia média com pneu



prancha 1x2



prancha 1x4

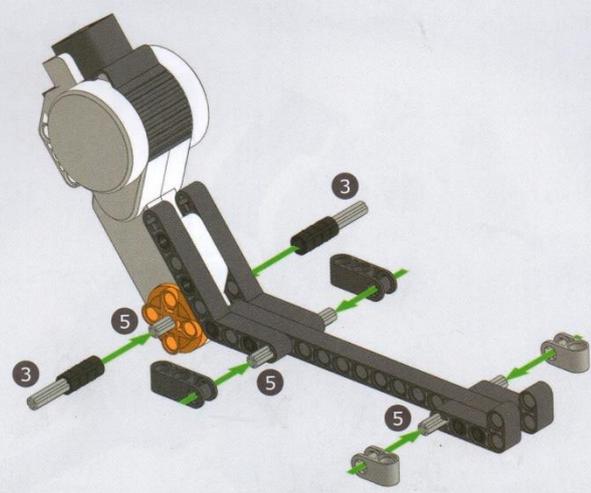


## ANEXO B – Manual de Montagem do Buggy



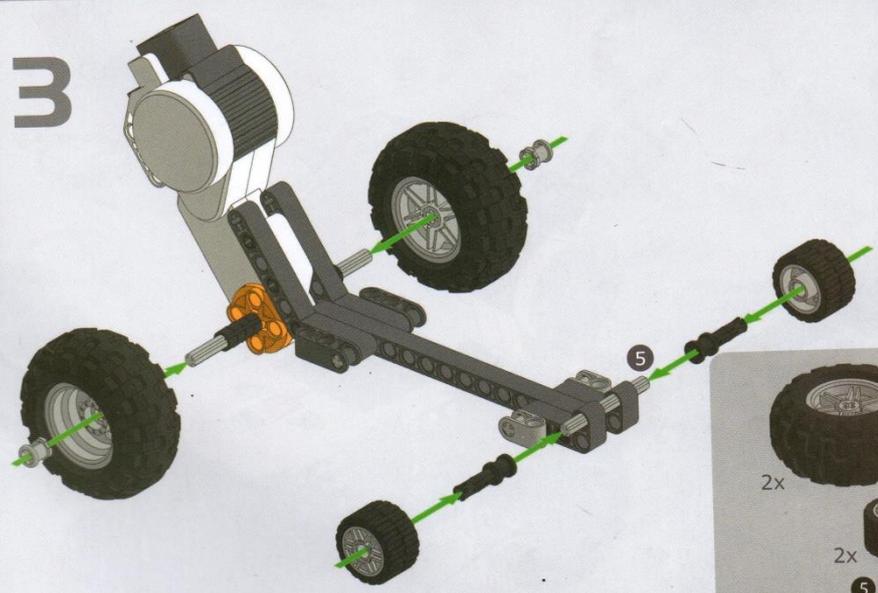
# 2

- 3x 
- 2x 
- 2x 
- 2x 
- 2x 

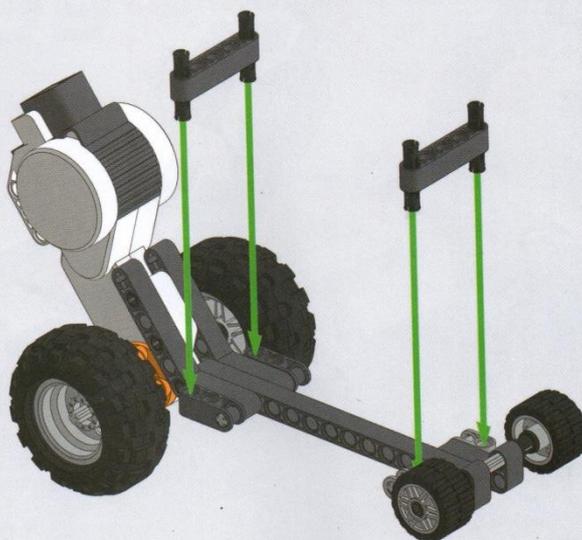
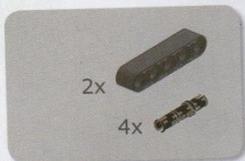


# 3

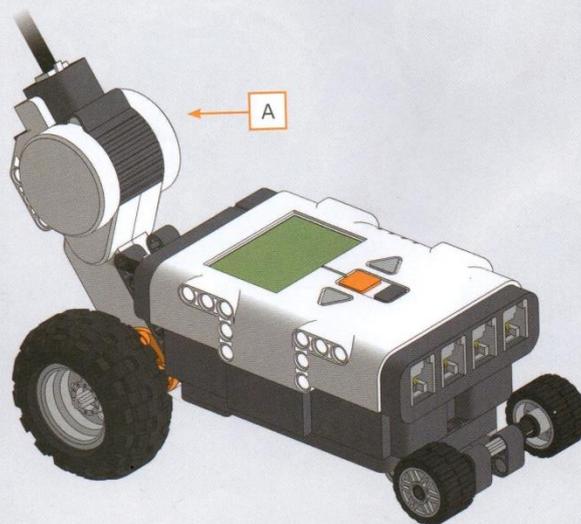
- 2x 
- 2x 
- 1x 
- 2x 
- 1x 



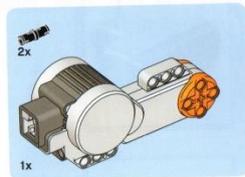
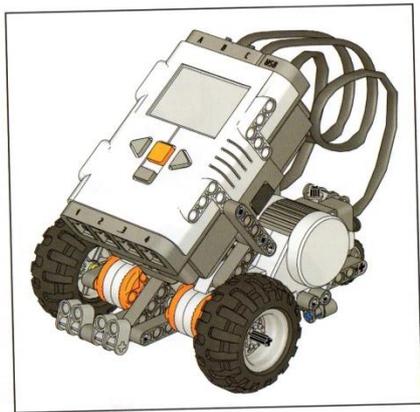
4



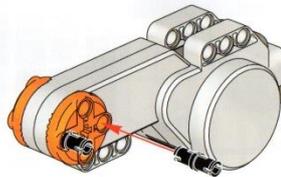
5



# ANEXO C – Manual de Montagem do Robô Educador



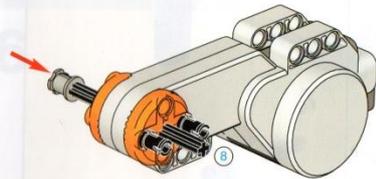
1



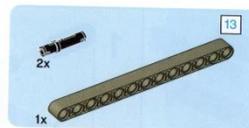
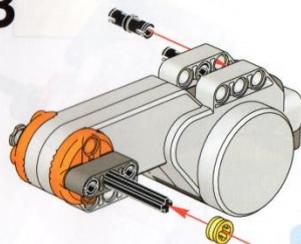
8



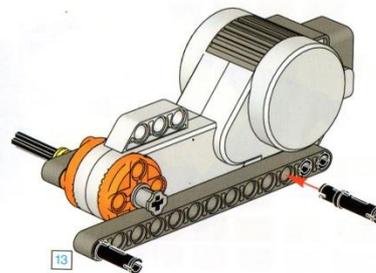
2



3

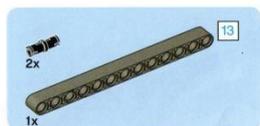


4

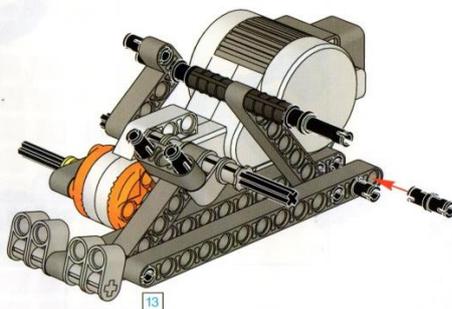


9

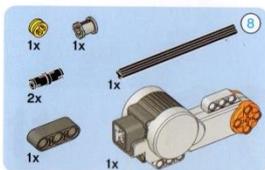




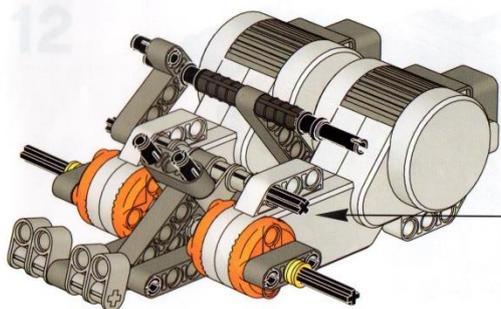
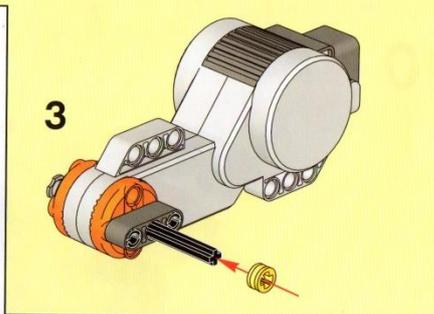
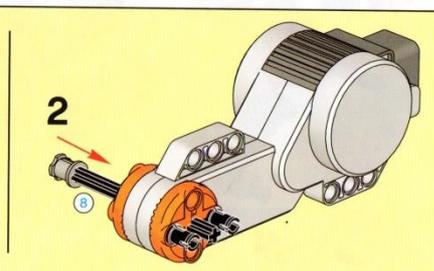
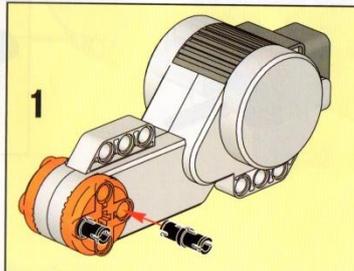
7



12

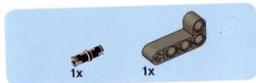


8

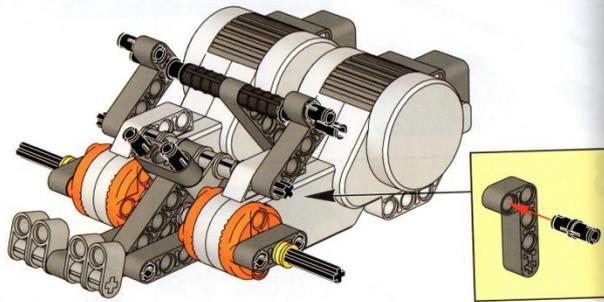


12

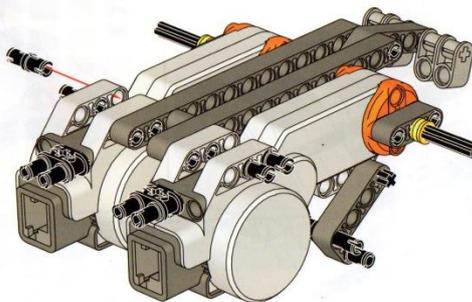
13



9



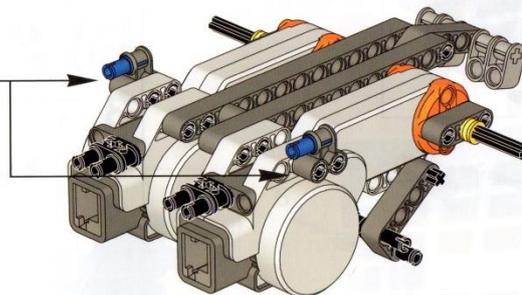
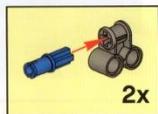
10



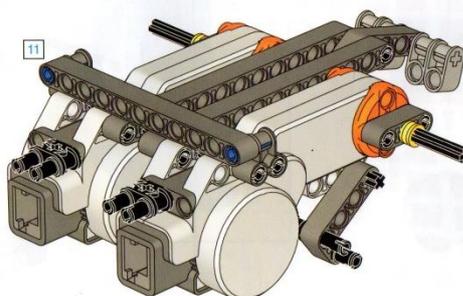
14



11



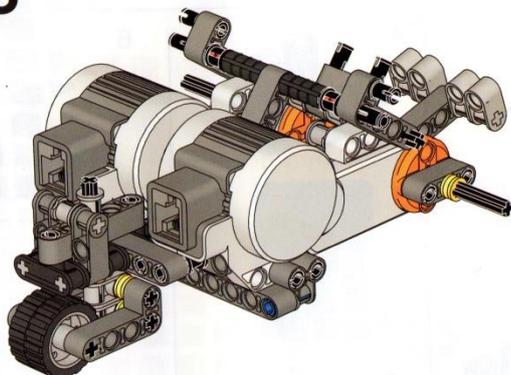
12



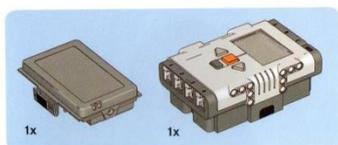
15



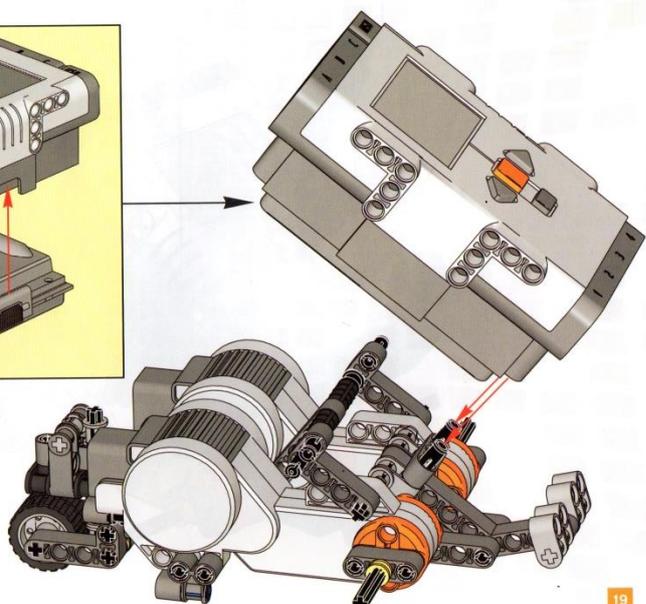
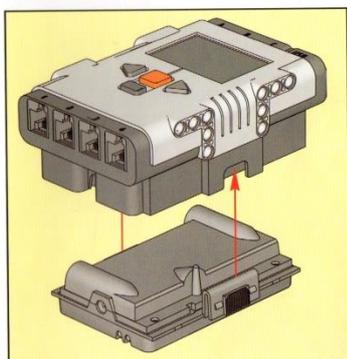
13



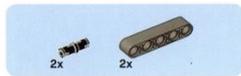
18



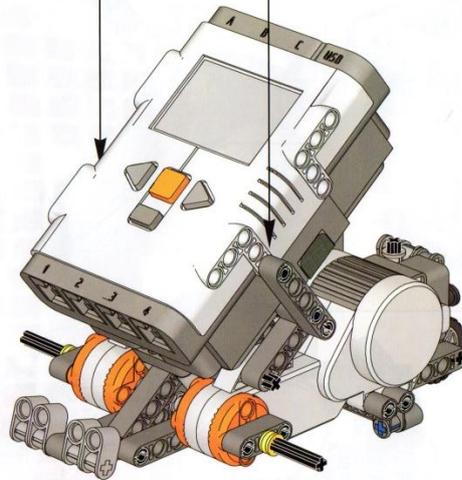
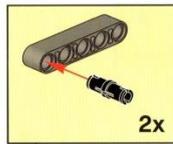
14



19



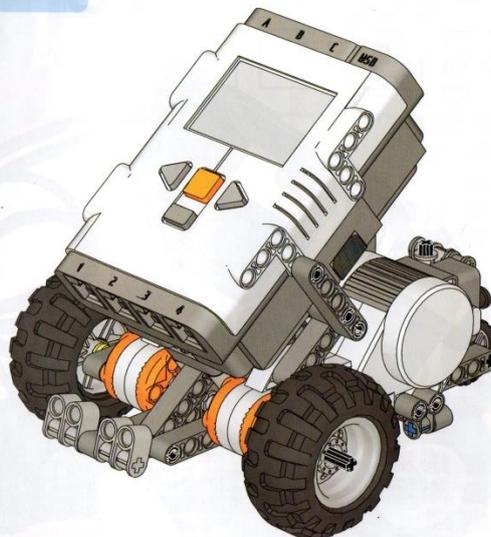
15



20



16

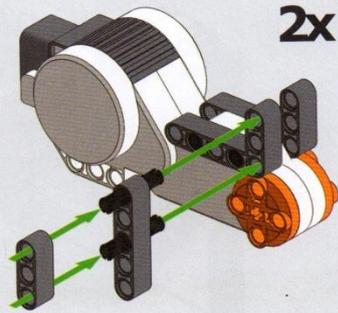


21

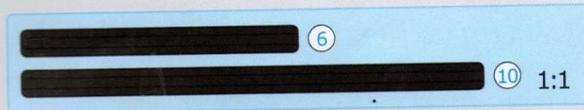
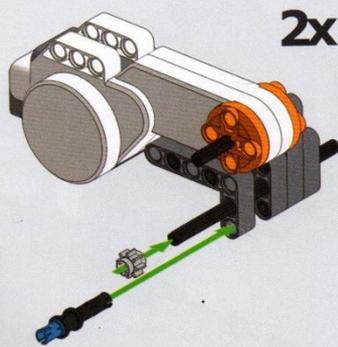
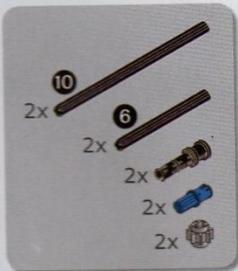
## ANEXO D – Manual de montagem para o robô “frenagem”



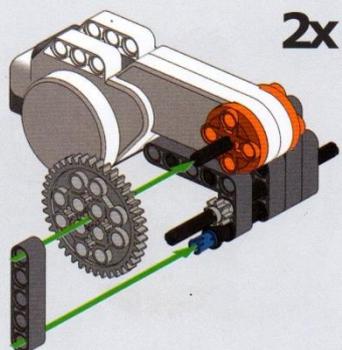
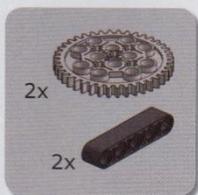
# 2



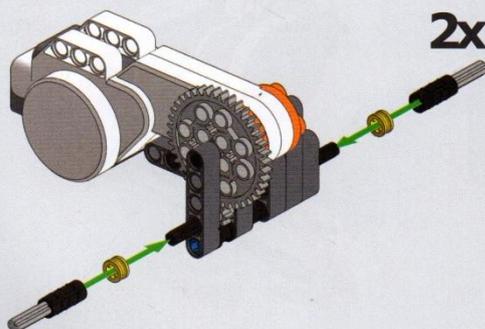
# 3



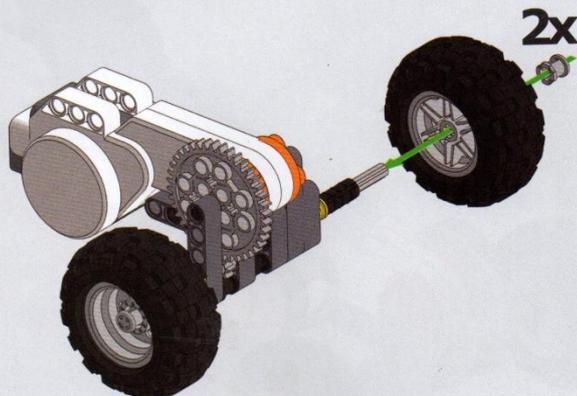
4



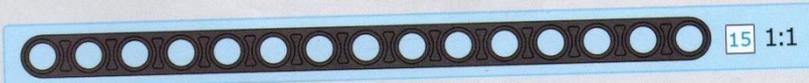
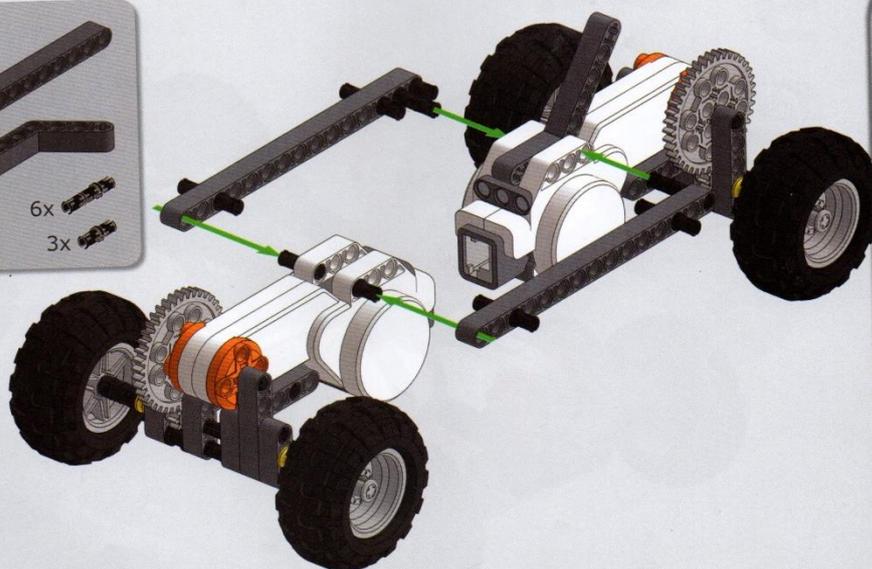
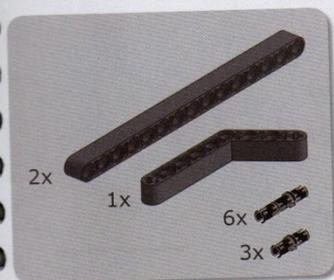
5



6

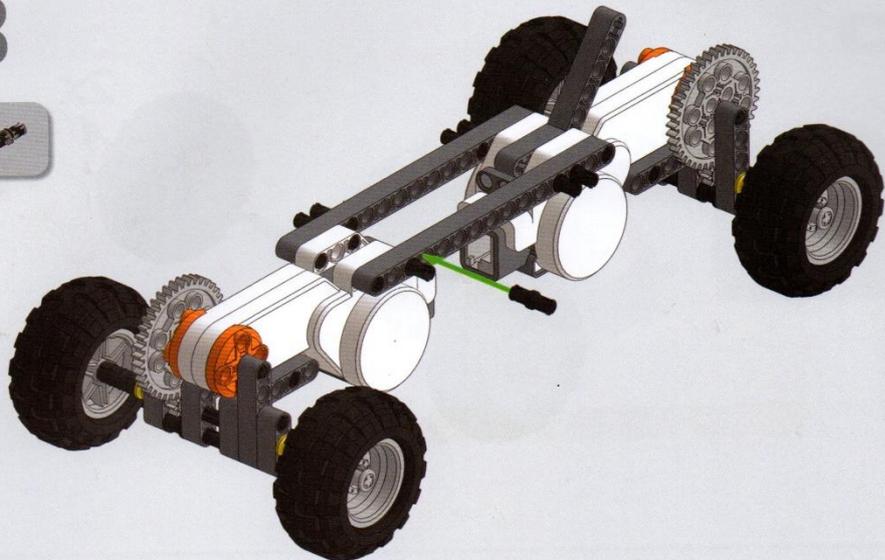


7



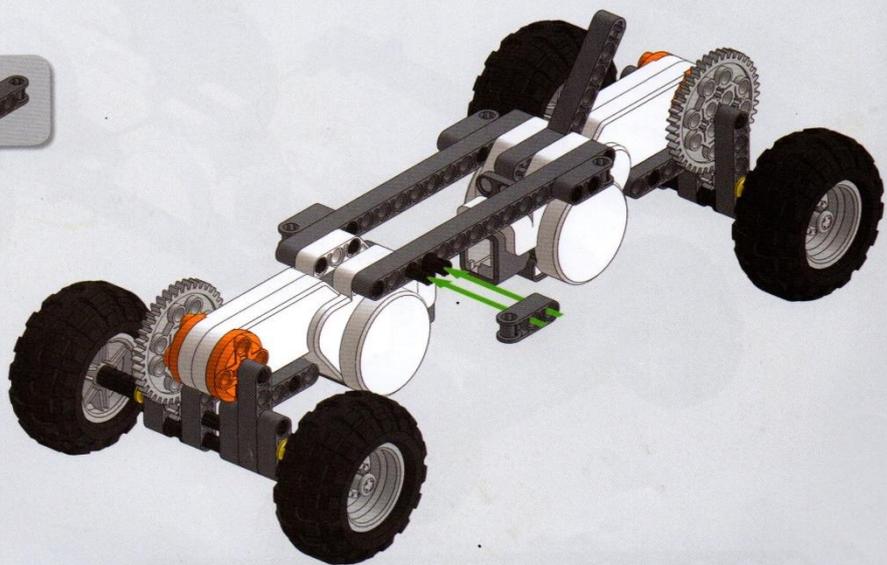
8

4x 



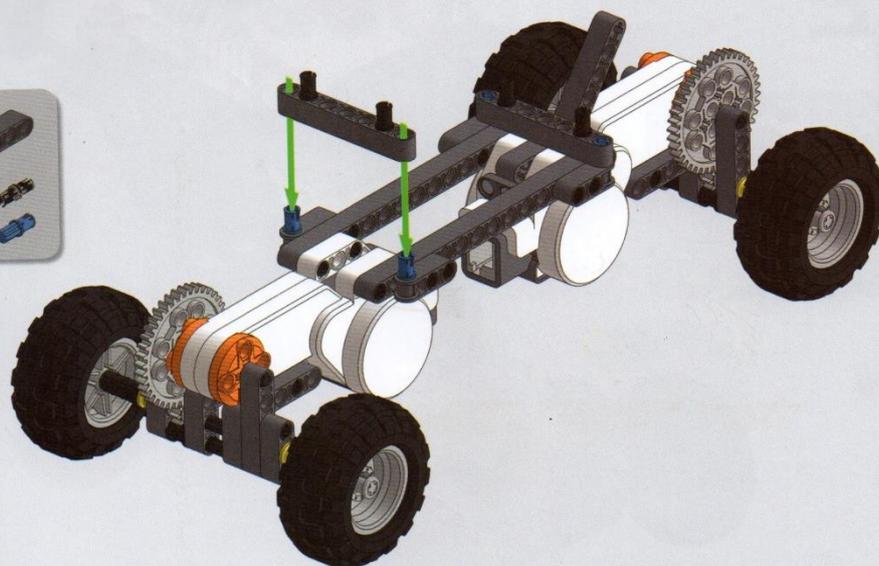
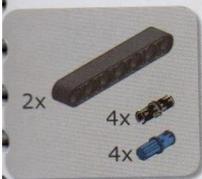
9

4x 

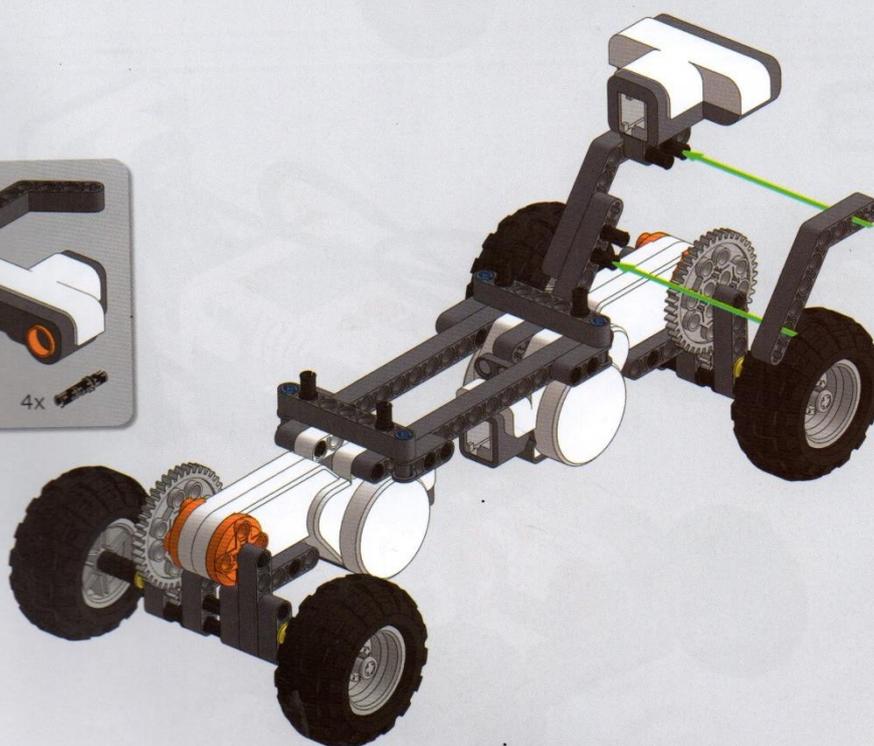
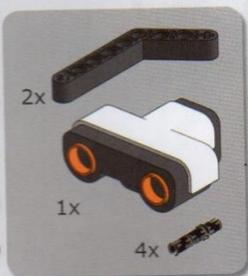


50

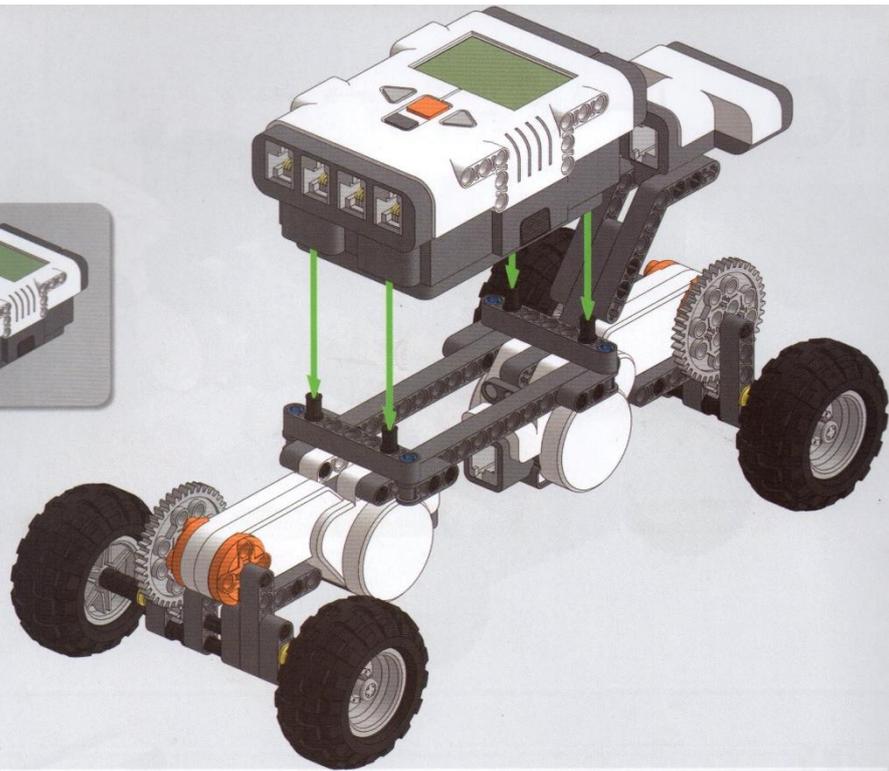
10



11



12



13

