



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

**O KIT DE ROBÓTICA E O ENSINO DE FÍSICA: O RELATO DE UMA PROPOSTA
PARA DISCUTIR OS CONCEITOS DE MASSA, ACELERAÇÃO E FORÇA**

ROBERTO VIEIRA DA SILVA

**CAMPINA GRANDE / PB
2018**

ROERTO VIEIRA DA SILVA

**O KIT DE ROBÓTICA E O ENSINO DE FÍSICA: O RELATO DE UMA PROPOSTA
PARA DISCUTIR OS CONCEITOS DE MASSA, ACELERAÇÃO E FORÇA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento à exigência para obtenção do grau de mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Alessandro Frederico da Silveira.

**CAMPINA GRANDE / PB
2018**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S586k Silva, Roberto Vieira da.
O Kit de robótica e o Ensino de Física [manuscrito] : o relato de uma proposta para discutir os conceitos de massa, aceleração e força / Roberto Vieira da Silva. - 2018.
70 p. : il. colorido.

Digitado.

Dissertação (Mestrado em Profissional em Ensino de Física) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2018.

"Orientação : Prof. Dr. Alessandro Frederico da Silveira, Coordenação do Curso de Física - CCT."

1. Ensino de Física. 2. Robótica educacional. 3. Atividades experimentais.

21. ed. CDD 372.358

ROBERTO VIEIRA DA SILVA

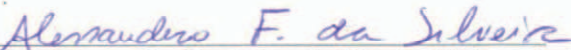
**O KIT DE ROBÓTICA E O ENSINO DE FÍSICA: O RELATO DE UMA PROPOSTA
PARA DISCUTIR OS CONCEITOS DE MASSA, ACELERAÇÃO E FORÇA**

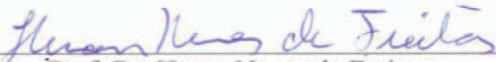
Orientador: Prof. Dr. Alessandro Frederico da Silveira.


Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento à exigência para obtenção do grau de mestre em Ensino de Física.

Aprovado em: 23/03/2018.

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. Alessandro Frederico da Silveira (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)


Prof. Dr. Heron Neves de Freitas
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)


Prof. Dr. Lourivaldo Mota Lima
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo êxito alcançado no curso de mestrado e pela sua orientação durante toda a minha vida.

Ao meu professor e orientador, **ALESSANDRO FREDERICO DA SILVEIRA**, por além de ter exercido seu papel enquanto professor neste curso de mestrado, me orientou, sempre se mostrando disponível com sugestões e esclarecimentos sobre qualquer aspecto desse trabalho.

A todos que compõem o corpo docente do curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da UEPB pela contribuição na minha formação ao longo do meu curso.

A toda minha família, pela força e apoio nos momentos difíceis.

RESUMO

Como sabemos, o ensino de física há tempos enfrenta grandes dificuldades e a busca de ações metodológicas a fim de favorecer o processo de ensino-aprendizagem dos conceitos dessa disciplina sempre estão em vigor. Nesse contexto, por entendermos que as atividades experimentais podem viabilizar a redução dessas dificuldades, dependendo do tipo de abordagem, vinculamos o seu uso à tecnologia, com fins de alcançar tal objetivo. Neste sentido, desenvolvemos uma proposta de sequência didática para auxiliar o professor de Física do ensino médio na utilização da robótica educacional, mas especificamente dos kits de robótica educacional da FISCHERTECHNIK que foram implementados na rede estadual de ensino da Paraíba relacionados aos conteúdos do primeiro ano do ensino médio, mais especificamente, aceleração, massa inercial, força, aceleração centrípeta e força centrípeta. A sequência didática sustenta-se teoricamente na abordagem problematizadora de Angotti e Delizoicov e foi organizada para ser trabalhada em dezesseis horas/aulas.

Palavras-Chave: Experimentação Problematizadora. Robótica Educacional. Ensino de Física.

ABSTRACT

As we know the teaching of physics has long faced great difficulties and the search for methodological actions in order to favor the teaching-learning process of their concepts are always in force. In this context, because we understand that experimental activities can make it possible to reduce these difficulties, depending on the type of approach, we link their use to technology in order to achieve this objective. In this sense, we developed a didactic sequence proposal to assist the high school physics teacher in the use of educational robotics, but specifically the FISCHERTECHNIK educational robotics kits that were implemented in the Paraíba state education network related to the contents of the first year of the Higher education, more specifically, acceleration, inertial mass, force, centripetal acceleration and centripetal force. The didactic sequence is theoretically based on the problematic approach of Angotti and Delizoicov and was organized to be worked in sixteen hours / classes.

Keywords: Problematic experimentation. Educational Robotics. Physics Teaching.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 2.1: blocos dos kits fischertechnik	17
Figura 2.1: kitdynamic.....	18
Figura 2.3: kit robô tx training lab.....	18
Figura 2.4: Empilhadeira de forquilha	19
Figura 4.1: Empilhadeira de forquilha	31
Figura 4.2: dois caminhões um vazio e outro carregado	37
Figura 4.3: Looping do kit de robótica Fischertechnik	39
Figura 4.4: Looping do kit de robótica Fischertechnik – adaptada	40
Figura 4.5: subida do carrinho de montanha russa	41
Figura 4.6: decida do carrinho de montanha russa	42
Figura 4.7: Looping do kit de robótica Fischertechnik – adaptada	42
Figura 4.8: Looping de uma montanha russa com esboço das forças adaptada	44
Figura 5.1: Momentos do primeiro encontro	46
Figura 5.2: Exposição das anotações dos alunos	48
Figura 5.3: Fotos dos alunos realizando a montagem do looping	52
Figura 5.4: Alunos testando o experimento do looping	53

LISTA DE TABELAS

Tabela: 4.1 - Tópicos e habilidade da sequência didática	27
---	----

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	09
2.	A ATIVIDADE EXPERIMENTAL PROBLEMATIZADORA, A ROBÓTICA EDUCACIONAL E O KIT DA FISCHERTECHNIK.....	12
2.1.	A ATIVIDADE EXPERIMENTAL NUMA PERSPECTIVA PROBLEMATIZADORA DE ENSINO	12
2.2.	A ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO ATIVIDADE EXPERIMENTAL .	14
2.3.	APRESENTANDO O KIT DE ROBÓTICA DA FISCHERTECHNIK	17
3.	MECÂNICA CLÁSSICA	20
3.1	MECÂNICA CLÁSSICA NEWTONIANA	20
3.2	AS TRÊS LEIS NEWTON	21
3.3	A CONSERVAÇÃO DA ENERGIA MECÂNICA E AS FORÇAS CENTRAIS.....	23
4.	SEQUÊNCIA DIDÁTICA	27
4.1	INTRODUÇÃO	27
4.2	TÓPICOS E HABILIDADES	27
4.3	ESTRATÉGIAS PARA A AÇÃO ENSINO-APRENDIZAGEM	28
4.4	AVALIAÇÃO NO PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM	28
4.5	DESCREVENDO OS ENCONTROS.....	30
5.	RELATO DE EXPERIÊNCIA DA APLICAÇÃO DO PRODUTO PEDAGÓGICO	45
5.1	ETAPAS DE APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL	45
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
7.	REFERÊNCIAS.....	58
	ANEXO A.....	61
	ANEXO B	67

1. INTRODUÇÃO

Não é de hoje que o ensino de Física carece de mudanças, principalmente quando refletimos questões relacionadas às abordagens metodológicas, o que reflete diretamente nas diversas possibilidades de propostas que visam melhorias na qualidade das aulas de Física, sobretudo, em relação à participação dos discentes de forma ativa ao processo de ensino e aprendizagem. No intuito de amenizar essas dificuldades, as atividades experimentais são apontadas por professores como uma ferramenta pedagógica para auxiliar esse processo (ARAÚJO; ABIB, 2003), o que revela também a sua importância para a compreensão de conceitos físicos e ampliação da interação entre professor e aluno como menciona Barbosa ET al. (1999):

A utilização da metodologia de ensino experimental, (...), propiciará a aproximação do ensino com a própria estrutura da Física, que é basicamente experimental, e que o experimento seja considerado como ferramenta para a compreensão de conceitos, princípios, (...) etc. Estas visões de ensino experimental, ampliam as possibilidades de interação professor-aluno e aluno-objeto, na perspectiva de se obter eficiência no processo ensino-aprendizagem (BARBOSA, et al., 1999, p.106).

Diante do exposto, entendemos que um ambiente onde o aprendiz possa expressar suas ideias e lançar hipóteses poderá proporcionar um espaço mais interativo e envolvente que facilitará o processo de ensino e aprendizagem de Física.

Entretanto, a atenção ao uso de experimentos em sala de aula ainda é negligenciada pelos governos, porém, concordamos com Moreira et al., 1994, quando afirmam:

...não podem os professores ficar esperando que sejam instalados nas escolas amplos laboratórios com todo material do qual necessitam... É preciso, então, buscar formas alternativas: experimentar na sala de aula mesmo ou fora dela; envolver os alunos na confecção de determinados dispositivos; lutar por verbas junto às direções de escolas para adquirir aquele mínimo de equipamento sem o qual não se pode sair da superficialidade (MOREIRA et al., 1994,p. 21).

Concordamos com as considerações antes mencionadas por Moreira e colaboradores, mas entendemos que fazer uso de atividades experimentais não é algo simples, não é apenas reproduzir o que propõe os livros didáticos de física, mas é prioritário considerar nessas atividades, uma discussão em torno da construção dos conceitos físicos e sua aplicabilidade social. Neste sentido, os autores Stella e Choit (2006), destacam que no contexto social atual, os discentes são convidados a tomar uma postura de compreensão e intervenção frente as questões sociais, de modo que o uso dos experimentos se torna essencial para a compreensão do desenvolvimento tecnológico e sua aplicação junto à sociedade. Além de proporcionar um aprendizado dinâmico significativo aos conceitos estudados na disciplina de física.

Igualmente a experimentação, a robótica educacional é apontada como uma ferramenta importante para auxiliar o professor de física no processo de ensino e aprendizagem (CABRAL, 2010; ZILLI, 2004; RABELO, 2016). Corroborando com o pensamento mencionado acima, outros autores destacam a importância da utilização da robótica como ferramenta educacional, por dois fatores principais: 1) por promover um ambiente de incentivo para que os alunos se mantenham motivados a se dedicarem as atividades e carreiras ligadas à tecnologia; 2) por possibilitar aos alunos o contato e a utilização de tecnologias estudadas em várias disciplinas, permitindo a aplicação de conceitos na solução de problemas reais.

Zilli (2004), ainda acrescenta que a robótica educacional pode desenvolver as seguintes competências: raciocínio lógico; habilidades manuais e estéticas; relações interpessoais e intrapessoais; integração de conceitos aprendidos em diversas áreas do conhecimento.

Desse modo, entendemos que a robótica educacional pode ser uma ferramenta bastante útil para auxiliar o professor de Física, conforme Coutinho (2003) os conceitos físicos de difícil compreensão podem ser trabalhados com o uso dos kits de robótica, a partir de situações problemas do cotidiano dos alunos.

A nossa investigação utiliza-se das tecnologias, especificamente do uso dos kits de robótica, por compreender que esses instrumentos podem facilitar o acesso às competências essenciais a serem desencadeadas pelos discentes durante o processo de ensino e aprendizagem de Física. Como motivação pessoal para realização desta pesquisa, destacamos ainda nossa atuação como professor de Física, observando as dificuldades dos discentes em compreender alguns fenômenos da disciplina, tais como, massa, aceleração e força, além do interesse em implementação os kits de robótica Fischertechnik que foram disponibilizados

pela rede estadual de ensino sem que houvesse nenhuma orientação pedagógica, em relação ao seu uso.

Nesse sentido, o nosso problema de pesquisa pauta-se em responder a seguinte questão: Como fazer uso do kit de robótica na escola, de forma a favorecer o desenvolvimento de práticas experimentais no ensino de Física? Buscamos neste trabalho e, traçamos como *objetivo geral*: desenvolver material de apoio para auxiliar o professor de Física do ensino médio na utilização da robótica educacional, mas especificamente dos kits de robótica educacional da Fischertechnik que foram trazidos para a rede estadual de ensino da Paraíba, bem como, trabalhar os conteúdos de massa, aceleração e força utilizando-se dos kits de robótica por meio de uma sequência didática previamente organizada.

Este trabalho está Estruturado em quatro capítulos. Iniciamos com o capítulo intitulado: A atividade experimental problematizadora, a robótica educacional e o kit da fischertechnik, no qual apresentamos a fundamentação teórica na qual é abordada a atividade experimental numa perspectiva problematizadora de ensino; a robótica educacional como atividade experimental, além de trazermos considerações sobre o Kit de robótica da Fischertechnik. No capítulo seguinte abordamos algumas considerações acerca da Mecânica Clássica e em seguida é apresentada a Descrição da Sequência Didática. No penúltimo capítulo, é apresentado a sequência didática e um relato de experiência e por fim no último capítulo as considerações finais em torno da questão inicial que motivou esta investigação.

2. A ATIVIDADE EXPERIMENTAL PROBLEMATIZADORA, A ROBÓTICA EDUCACIONAL E O KIT DA FISCHERTECHNIK

Neste capítulo trataremos sobre a utilização da atividade experimental no ensino de Física, com atenção a atividade experimental numa perspectiva problematizadora de ensino, tendo como base a abordagem problematizadora defendida por Delizoicov e Angotti. Também trazemos considerações sobre a robótica educacional como atividade experimental, destacando algumas pesquisas realizadas com a utilização da robótica em sala de aula, caracterizando-a como uma ferramenta que pode auxiliar o professor no processo de ensino e aprendizagem, particularmente na promoção de mudanças no contexto da sala de aula, por fim, vamos expor uma breve apresentação do kit de robótica educacional da Fischertechnik, que foi o utilizado em nossa proposta de Sequencia Didática.

2.1. A ATIVIDADE EXPERIMENTAL NUMA PESPECTIVA PROBLEMATIZADORA DE ENSINO

As atividades experimentais no Brasil ganharam força, a partir das influências do PSSC (Physical Science Study Committee), movimento renovador no ensino de ciências conhecido mundialmente, que exerceu forte influência na formação de vários professores de Física brasileira até a metade da década de 60. Segundo Gaspar (2005), o PSSC balizava-se na ideia de que somente por meio da atividade experimental o aluno poderia aprender ciência.

Projetos de ensino de Física nacionais como: Física Auto-Instrutiva (FAI); Projeto de Ensino de Física (PEF); o Projeto Brasileiro de Ensino de Física (PBEF), também deram destaque em suas propostas para a atividade experimental, contudo não alcançaram o sucesso esperado, a exemplo, o PEF cuja “causa principal do insucesso foi, a nosso ver, a mesma já atribuída ao PSSC: a superestimação da capacidade do material instrucional na promoção da aprendizagem ancorada basicamente na experimentação” (GASPAR, 2005, p.4).

Vale destacar que os projetos de ensino supracitados tiveram um papel importante na valorização dos laboratórios didáticos no processo de ensino de Física, os quais são destacados por Pinho Alves (2000) nos seguintes tipos: Laboratório de Demonstrações, Laboratório Tradicional ou Convencional, Laboratório-Biblioteca, Laboratório “Fading”, Laboratório Prateleira de Demonstrações, Laboratório Circulante, Laboratório de Projetos,

Laboratório Divergente, O laboratório “Programado”, e o Laboratório Tipo “Ações Múltiplas”.¹

Entretanto, apesar da diversidade e possibilidades de laboratórios didáticos de ensino, é preciso ter clareza que, ao invés de utilizar a experimentação como mera ferramenta de confirmação dos conceitos físicos estudados, devemos utilizá-la como instrumento ou estratégia que propicie questionamentos e reformulações das visões prévias dos alunos.

Nesse enfoque, a atividade experimental deve propor situações que permitam as condições para os estudantes refletirem e reverem suas ideias a respeito dos conceitos abordados e fenômenos debatidos em sala de aula, de forma que possam atingir um nível de aprendizado que lhes permita efetuar uma reestruturação de seus modelos explicativos para o que foi estudado (VENTURA e NASCIMENTO, 1992).

Seguindo o que propõe Delizoicov (1983), por meio de uma abordagem problematizadora, o ensino acontece em três momentos, de forma que a discussão do conteúdo estudado deve partir de situações problematizadoras relacionadas ao contexto que os alunos estão inseridos, e principalmente, com a participação ativa dos mesmos, por meio de interação, questionamento e valorização dos conhecimentos prévios, além de permitir uma articulação com o conhecimento científico, que será apresentado aos alunos, e ainda possibilitar que os mesmos possam responder ao problema inicial, compreender e resolver situações que se apresentem em novos contextos, resultando numa aprendizagem com significação e relevância social. Conforme (FRANCISCO Jr. et al., 2008, p. 36) “Na pedagogia problematizadora, o professor deve suscitar nos estudantes o espírito crítico, a curiosidade, a não aceitação do conhecimento simplesmente transferido.”

Neste sentido a atividade experimental problematizadora deve ser estruturada em três momentos pedagógicos: (I) Problematização Inicial; (II) Organização do Conhecimento; e (III) Aplicação do Conhecimento.

Entendendo ser indissociável o conteúdo e a metodologia adotada no ensino de ciências, Delizoicov e Angotti (1994) reconhecem a Problemática Inicial, não apenas como uma simples motivação para a introdução de um conteúdo específico, mas um momento que

¹ É importante destacar que uma revisão mais detalhada sobre os tipos de laboratórios de física fogem dos objetivos deste trabalho, quem tiver mais interesse sobre esse tema pode consultar: ALVES FILHO, Jose de Pinho. Atividades Experimentais: Do Método À Prática Construtivista. Tese de Doutorado em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

se tem em vista a ligação desse conteúdo com situações reais que os alunos conhecem e/ou presenciam.

Ao tratarem da Organização do Conhecimento, os referidos autores reconhecem ser o momento em que os conhecimentos são sistematicamente estudados e aprofundados. O professor interage com os alunos por meio do diálogo e atividades variadas, a fim de que aconteça a compreensão científica do fenômeno ou da situação problematizada.

Por fim, no terceiro momento, deve ser pensado de uma maneira em que ocorra uma Aplicação do Conhecimento diante de uma nova situação que se apresenta, a fim de verificar se os estudantes são capazes de mobilizar os saberes estudados nos momentos anteriores, diante de novos contextos que se apresentam.

Em uma educação problematizadora, a atividade experimental pode ser tomada como referência para o desenvolvimento de um tópico no ensino de Física. Nesse processo de ensino o professor tem o papel de problematizar com os alunos suas observações ou suposições, para que a organização do conhecimento científico seja envolvido em situações problematizadas promovendo um aprendizado significativo para o cotidiano do aluno.

2.2. A ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO ATIVIDADE EXPERIMENTAL

É notório que as tecnologias se fazem presentes em nosso cotidiano e que a escola não deve ficar omissa às mudanças decorrentes do desenvolvimento da ciência e dos avanços tecnológicos, pelo contrário, deve buscar meios de aproveitar estas tecnologias para melhorar a aprendizagem dos alunos.

Neste sentido entendemos que a robótica educacional pode ser utilizada como uma estratégia metodológica bastante útil diante desta realidade, a considerar que alguns pesquisadores defendem seu uso pode facilitar a compreensão de conceitos (ZILLI, 2004; COTINHO, 2003; PARPERT, 1998).

De acordo com Parpert (1988), a robótica pode permitir que se discuta conceitos físicos, uma vez que parte da montagem de objetos educacionais, estão sujeitos à construção, ao erro, e à reconstrução, fazendo-se uso da discussão e compreensão dos conceitos envolvidos, o que possibilitará aos estudantes tornarem-se sujeitos ativos no processo de construção do conhecimento.

Coutinho (2003) defende que os conceitos físicos de difícil compreensão podem ser trabalhados com o uso dos kits de robótica, a partir de situações problemas do cotidiano dos alunos.

A Robótica Educacional pode contribuir para o desenvolvimento de experimentações para as aulas de Física, ao reproduzir os problemas do cotidiano que propicia um contexto mais significativo e motivador (ZILLI, 2004). A autora ainda destaca que a robótica educacional possibilita ao estudante:

...tomar conhecimento da tecnologia atual, desenvolver habilidades e competências, como: trabalho de pesquisa, a capacidade crítica, o senso de saber contornar as dificuldades na resolução de problemas e o desenvolvimento do raciocínio lógico. (ZILLI, 2004, p. 13).

Assim percebe-se que a robótica pode proporcionar ao estudante, um ambiente de aprendizagem mais diversificado de forma a contribuir significativamente para a construção do conhecimento, com imaginação e criatividade.

Para Zilli (2004), a robótica pode proporcionar as seguintes competências:

- raciocínio lógico;
- habilidades manuais e estéticas;
- relações interpessoais e intrapessoais;
- utilização de conceitos aprendidos em diversas áreas do conhecimento para o desenvolvimento de projetos;
- investigação e compreensão;
- representação e comunicação;
- trabalho com pesquisa;
- resolução de problemas por meio de erros e acertos;
- aplicação das teorias formuladas a atividades concretas;
- utilização da criatividade em diferentes situações;
- capacidade crítica.

Nesse contexto, a robótica pode ser compreendida como um artefato cognitivo que os alunos utilizam para explorar e expressar suas próprias ideias o que pode possibilitar um melhor desenvolvimento por parte do aluno, como mencionado pela autora:

A robótica contempla o desenvolvimento pleno do aluno, pois propicia uma atividade dinâmica, permitindo a sua construção cultural e, enquanto cidadão, torna o autônomo, independente e responsável. O professor, como facilitador desse processo, muitas vezes chega a confundir-se com o próprio ambiente. Sem dúvida nenhuma, a Robótica Educacional é uma alternativa interessante como ferramenta pedagógica no processo ensino-aprendizagem. É uma proposta educativa que vem de encontro às teorias e visões dos mais conceituados educadores da atualidade. (ZILLI, 2004, p. 77).

Como podemos perceber a utilização da robótica é amplamente defendida como forma facilitar o processo ensino e aprendizagem caracterizando-se como uma atividade experimental que pode ser desenvolvida numa perspectiva problematizadora, permitindo ao estudante uma compreensão da aplicabilidade das tecnologias, além de proporcionar a busca de soluções para problemas. Neste sentido destacamos de acordo com o pensamento de (MIRANDA; SAMPAIO; BORGES, 2010, p 47) que “a robótica educacional é uma atividade desafiadora e lúdica, que utiliza o esforço do educando na criação de soluções de hardware e software visando a resolução de uma situação-problema proposta.”.

Sabemos o quanto é desafiante para o professor proporcionar aos estudantes testarem suas ideias com autonomia, reconhecendo suas limitações e erros, e com isso produzir um ambiente de discussão, saindo da condição de passividade e assumindo o papel de sujeitos ativos dentro do contexto da sala de aula, mas acreditamos que ao fazer o uso da robótica educacional, o professor poderá estar se apropriando de uma ferramenta de promoção às situações anteriormente descritas para seus estudantes.

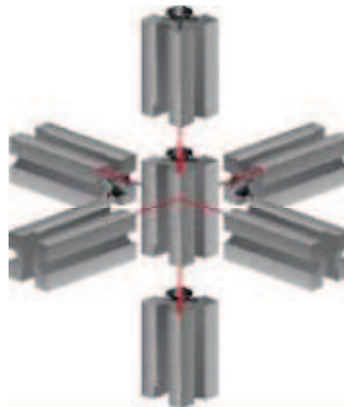
2.3. APRESENTANDO O KIT DE ROBÓTICA DA FISCHERTECHNIK

A Fischertechnik é uma empresa alemã e uma das principais concorrentes da Lego, os seus kits dividem-se em linhas de atuação, as quais destacamos: a Mecânica; a Estática; a Pneumática; as Energias Renováveis; e a Tecnologia Elétrica. Foram os seus Kits, os escolhidos para serem implementados nas escolas públicas da rede estadual de ensino da Paraíba.

O sistema Fischertechnik, é desenvolvido em torno do bloco de construção Fischertechnik que permite o acoplamento nos seis lados. A Figura 2.1 ilustra como é feito o encaixe das peças que é comum a todos os kit e modelos da Fischertechnik, que se dá por meio do deslizamento das mesmas

Na figura 2.1 abaixo temos a forma de montagem que é comum a todos os kit e modelos da Fischertechnik o qual as peças são encaixadas por meio de deslizamento.

Figura 2.1 – Ilustração do encaixe das peças dos kits Fischertechnik



Disponível em: <http://www.robotica-personal.es/search/label/FischerTechnik>. Acesso em 13/04/2017

Na nossa proposta de sequência didática serão utilizados 2 kits de robótica educacional, o Dynamic e o Robo TX Training Lab, ambos da Fischertechnik. Na Figura 2.2 temos uma ilustração do Kit Dynamic que permite a exploração de conceitos da Física relativos à dinâmica: aceleração, inércia, força centrífuga, lei da conservação de energia, princípio do momento linear e leis do movimento. Por meio da construção de pistas flexíveis de corrida que possuem obstáculos diversos e looping, o aluno poderá observar como ocorre a aceleração, desaceleração, reações em cadeia e etc., quando bolinhas de metal são lançadas nessas estruturas.

Figura 2.2—Ilustração kit dynamic



Fonte: http://www.fischertechnik.de/en/desktopdefault.aspx/tabid-148/266_read-562/usetemplate-2_column_pano/

A Figura 2.3 ilustra o Kit Robo TX Training Lab, o qual explora os conceitos de massa, aceleração e força, relativos às leis de Newton. O Robo TX Training Lab é destinado à construção de modelos do tipo robô móvel que possuem detecção de obstáculos e se deslocam seguindo linhas no chão. Possui mais de 300 peças, uma interface Bluetooth de comunicação com o computador com processador de 32 bits (200 Mhz), 8 entradas universais e 8 Mbyte de memória RAM e o software Robo Pro para programação desta interface.

Figura 2.3—Ilustração do kitrobotx training lab.

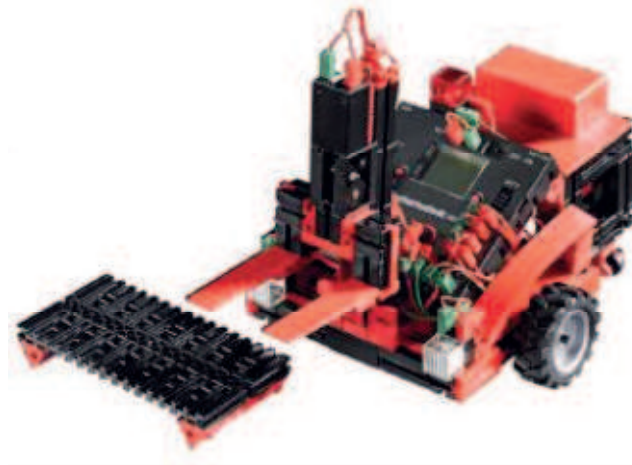


Fonte: <http://www.conrad.com/ce/en/product/191247/fischertechnik-COMPUTING-Robo-TX-Training-Lab-505286-Construction-Kit>

O software é um programa gráfico que controla a interface no modo on-line e permite baixar os códigos na sua memória flash. O usuário pode selecionar diferentes níveis do

programa, ampliando a quantidade de recursos disponível a cada mudança de nível. Dentre os modelos destacamos o que será utilizado no segundo encontro da nossa proposta didática, a empilhadeira de forquilha, ilustrada na Figura 2.4.

Figura 2.4 – Ilustração da empilhadeira de forquilha



Fonte: folheto da Fischertechnik

Este kit será utilizado no segundo encontro para abordar os conceitos de aceleração e força relativos às leis de Newton que é apresentado no próximo capítulo intitulado mecânica clássica no qual é apresentada uma breve introdução dos conceitos que serão desenvolvidos nos três encontros.

3. MECÂNICA CLÁSSICA

Neste terceiro capítulo é apresentaremos uma breve introdução há alguns conceitos da mecânica clássica newtoniana que descreve o movimento de corpos materiais a baixas velocidades mais especificamente a parte da mecânica que envolve os conceitos de massa, aceleração, força, aceleração centrípeta e força centrípeta os quais serão temas dos três encontros da sequência didática.

3.1 MECÂNICA CLÁSSICA NEWTONIANA

A mecânica foi um dos primeiros ramos da física a ser considerado como ciência exata desenvolvida principalmente por Galileu e Isaac Newton suas leis se aplicam ao movimento de corpos materiais que se movimentam a baixas velocidades comparado a velocidade da luz e possuem massa relativamente superiores as massas da partícula elementar. (SIMON, 1996).

A mecânica clássica descreve como os objetos físicos se movem como suas posições mudam com o tempo. Suas leis básicas podem ser aplicadas a objetos de qualquer tamanho (acima do nível atômico) e de qualquer forma e estrutura interna, além da hidrodinâmica clássica. (KIBBLE; BERKSHIRE, 2004, p. 5)

“Newton define conceitos como massa, quantidade de movimento, inércia, força e aceleração, discutindo também os conceitos de espaço e tempo, considerando-os em última análise absolutos. As três leis de Newton formam a base da mecânica clássica.” (AGUIAR, 2010, p. 2)

As leis de Newton podem ser aplicadas para descrever o movimento de projéteis, o movimento dos planetas em torno do Sol ou da Lua em torno da Terra, o equilíbrio dos corpos em um meio fluido, o seu movimento dentro de uma piscina, o movimento de um pêndulo entre outras aplicações.

Como mencionado acima às leis de Newton são fundamentais para mecânica clássica, pois são aplicáveis aos mais diversos casos, essas leis serão melhores apresentadas na próxima seção.

3.2 AS TRÊS LEIS NEWTON

Newton estabeleceu as suas três leis sobre o movimento na parte dos princípios intitulado Axiomas ou Leis do movimento. (SIMON, 1996, p. 26).

“Todo corpo permanece em estado de repouso ou de movimento em linha reta, a menos que seja obrigado a mudá-lo por forças aplicadas sobre ele”.

A primeira lei de Newton diz que todos os corpos permanecem em seu estado de repouso, ou em movimento retilíneo uniforme, a não ser que sejam forçados a mudar seu estado por forças neles aplicadas.

Outra função importante é dar uma definição de força zero e definir o referencial inercial, uma vez que o termo velocidade é usado, temos que indicar em que referência estamos medindo a velocidade, um referencial inercial é pode ser definido como um tipo especial de referência onde as leis de newton são observadas. (MORIN, 2003).

A segunda lei de Newton segundo (SIMON, 1996, p. 26) afirma que:

“A taxa de variação da quantidade de movimento é proporcional à força aplicada, e na direção em que a força age”.

A segunda lei de Newton segundo Neto (2004) pode ser descrita da seguinte forma, quando uma partícula interage, seu estado de movimento é alterado da seguinte forma:

$$F = \frac{dp}{dt} \quad (3.1)$$

Nesta equação F é a resultante das forças que atuam sobre a partícula e p é a quantidade de movimento, cuja definição não relativística é.

$$p = mv \quad (3.2)$$

Ou seja, a alteração da quantidade do movimento é sempre proporcional á força aplicada; essa alteração ocorre na direção em que a força é aplicada. Com a ausência de força o corpo permanecerá em repouso ou movimento retilíneo uniforme, caso alguma força atue sobre o corpo a alteração do movimento implica em aceleração da partícula. No caso de sistemas não inerciais a equação deve ser modificada com a adição das chamadas forças fictícias.

A segunda lei de Newton segundo (SIMON, 1996, p. 26) afirma que:

“Para cada ação existe uma reação e oposta.”

A terceira lei segundo Neto (2004) descreve que “quando duas partículas interagem, a força numa delas possui o mesmo módulo, mesma direção e sentido contrario a força que atua na outra.”.

Além de estabelecer as três leis fundamentais do movimento como mencionado anteriormente Newton também definiu conceitos como massa, aceleração e força.

O conceito de massa é estudado desde a antiguidade segundo Valadares (1993) Newton atribuía o conceito de massa a quantidade de matéria de um corpo definindo-a como o produto do volume de um corpo pela sua densidade, mais essa definição se torna viciosa já a densidade também é definida a partir da massa.

Mas essa não é a única interpretação do conceito de massa como menciona Valadares (1993) a massa pode ser definida de várias maneiras, massa inercial, massa longitudinal, massa transversal, massa gravitacional, massa maupertuisiana e massa cinética.

Neste caso percebe-se que o conceito têm diversas interpretações, mas no nosso caso vamos nós restringir a massa inercial que segundo Valadares (1993) foi definida por Newton e interpretada por Leonhard Euler como sendo o produto da força pela aceleração resultante, ou seja:

$$m = \frac{F}{a} \quad (3.3)$$

É importante perceber que estamos discutindo aqui a massa inercial, que aparece na segunda lei de Newton.

“Massa inercial: Massa que determina a aceleração de um corpo sob a ação de uma dada força.” (THORNTON; MARION, 2014, p. 51, tradução nossa).

“Massa gravitacional: Massa que determina as forças gravitacionais entre um corpo e outros corpos.”(THORNTON; MARION, 2014, p. 51, tradução nossa).

Outra grandeza importante na mecânica clássica é a aceleração que pode ser definida como função da velocidade de um corpo e de sua posição.

A aceleração induzida em um corpo por outro é uma função definida de suas posições, velocidades e estrutura interna, e não é afetada pela presença de outros

corpos. Em um sistema de muitos corpos, a aceleração de qualquer corpo é igual à soma das acelerações induzidas por cada um dos outros corpos individualmente. (KIBBLE; BERKSHIRE, 2004, p. 5).

Os conceitos e leis apresentadas anterior têm a capacidade de resolver a maioria dos problemas de mecânica clássica, no entanto alguns problemas podem ser mais facilmente resolvidos se levarmos em consideração a energia do sistema por isso na seção seguinte é feito uma introdução sobre à conservação da energia mecânica e as forças centrais que nós ajuda a solucionar diversos problemas físicos.

3.3 A CONSERVAÇÃO DA ENERGIA MECÂNICA E AS FORÇAS CENTRAIS

Em toda física as leis de conservação são sempre importantes para descrever um determinado sistema físico, quando falamos que algo é conservado queremos dizer que ele permanece constante ao longo do tempo. Uma lei importante é a de conservação da energia, e mesmo que essa lei não seja essencial para resolver os problemas de física ela facilita muito a resolução do problema (MARION, 1970).

Segundo Marion (1970) para descrever as leis de conservação considere uma força, em uma dimensão, que depende apenas da posição, ou seja, $F = F(x)$. Como $F = m \cdot a$ se escrevermos a como $v \frac{dv}{dx}$, encontramos.

$$m v \frac{dv}{dx} = F(x) \quad (3.4)$$

Realizando uma separação de variáveis e integrando, temos:

$$\frac{1}{2} m v^2 = E + \int_{x_0}^x F(x') dx' \quad (3.5)$$

Onde E é uma constante de integração, agora o que temos que fazer é definir a energia potencial, $V(x)$, para posteriormente fazer a definição da energia mecânica:

$$V(x) \equiv - \int_{x_0}^x F(x') dx' \quad (3.6)$$

Fazendo a substituição, podemos escrever

$$\frac{1}{2}mv^2 + V(x) = E \quad (3.7)$$

Na equação (3.7) o primeiro termo é a energia cinética, o segundo termo é a energia potencial e E representa a energia mecânica do sistema. Esta equação é verdadeira em qualquer ponto no movimento da partícula. Assim, a soma da energia cinética e da energia potencial é uma constante (MARION, 1970).

Como podemos perceber essa equação é válida apenas para uma dimensão, mas segundo Marion (1970) podemos generalizá-la para três dimensões reescrevendo-a como:

$$\frac{1}{2}mv^2 = E + \int_{r_0}^r F(r') \cdot dr' \quad (3.8)$$

E podemos definir a energia potencial, $V(r)$, como

$$V(r) \equiv - \int_{r_0}^r F(r') \cdot dr' \quad (3.9)$$

O que permite escrever a energia mecânica do sistema como:

$$\frac{1}{2}mv^2 + V(r) = E \quad (3.10)$$

Ou seja, a soma da energia cinética e da energia potencial é constante.

“A energia total E de uma partícula em um campo de força conservador é uma constante no tempo.” (THORNTON; MARION, 2014, p. 81).

Assim como a conservação da energia é de fundamental importância para física as forças centrais também apresentam um papel de destaque, pois aparecem em diversos problemas, exemplos dessas forças são as gravitacionais e as eletrostáticas.

“Uma força central é, por definição, uma força que aponta radialmente e cuja magnitude depende somente da distância da fonte. Equivalentemente, podemos dizer que uma força central é aquela cujo potencial depende apenas da distância da fonte.” (MARION, 1970, p. VI-1, tradução nossa).

Uma força central é uma força possivelmente negativa que aponta da partícula diretamente para um ponto fixo no espaço, o centro, e cuja magnitude só depende da distância do objeto ao centro.

Uma força central deve agir ao longo da linha que une o centro com a posição atual da partícula. As forças centrais dependem apenas da distância r entre o centro e a partícula em movimento; não depende explicitamente do tempo ou de outros descritores de posição.

Esta definição pode ser expressa matematicamente como se segue. O centro de força pode ser escolhido como a origem de um sistema de coordenadas. O vetor r que liga o centro à posição atual da partícula é conhecido como o vetor de posição. Portanto, uma força central deve ter a forma matemática: (MARION, 1970).

$$F = F r \quad (3.11)$$

“De acordo com a segunda lei do movimento de Newton, a força central F gera uma aceleração paralela à massa m da partícula.” (MARION, 1970, p. IX-4, tradução nossa).

$$F = F r \quad r = ma = m \frac{d^2 r}{dt^2} \quad (3.12)$$

“Cada força central pode produzir movimento circular uniforme, desde que o raio inicial r e a velocidade v satisfaçam a equação para a força centrípeta de módulo.” (MARION, 1970, p. IX-4, tradução nossa).

$$\frac{mv^2}{r} = F r \quad (3.13)$$

Se esta equação é satisfeita nos momentos iniciais, ela será satisfeita em todos os tempos posteriores, neste caso a partícula continuará a se mover em um círculo de raio r e velocidade v para sempre.

Uma força externa é central se for sempre direcionada para um ponto fixo, chamado centro de força. Se escolhermos a origem para ser esse centro, isso significa que F é sempre paralelo ao vetor de posição r . Como o produto vetorial de dois vetores paralelos é zero, a condição para que uma força F seja central é que seu momento em torno do centro deve desaparecer: (KIBBLE; BERKSHIRE, 2004, p. 55).

Outra força central importante é a força centrífuga que aparece em referenciais não inerciais associada a movimentos circulares.

Onde a força centrífuga é definida como segundo (MARION, 1970, p. IX-4)

$$F_{cent} \equiv -m\omega \times \omega \times r \quad (3.14)$$

A resultante das forças que provocam em um corpo uma trajetória circular é chamada de força centrípeta. A palavra centrípeta quer dizer tender para o centro ou na direção do centro.

4 SEQUÊNCIA DIDÁTICA.

4.1 INTRODUÇÃO

Essa proposta de atividade refere-se à massa, aceleração, força, aceleração centrípeta e força centrípeta conteúdos importantes na física e com bastantes aplicações no dia-a-dia. Entretanto apesar do contato que os alunos têm sobre esses conteúdos muitos não conseguem compreendê-los e nem aplicá-los a fenômenos do cotidiano.

Desta forma, as estratégias propostas nesta sequência didática têm intenção de trabalhar os conhecimentos prévios dos alunos e suas experiências para que estes discentes possam dar uma interpretação científica a tais fenômenos a partir da construção do robô empilhadeira, do circuito do looping além das perguntas chaves mediadas pelo docente.

4.2 TÓPICOS E HABILIDADES

Nesta seção são apresentados os tópicos que serão trabalhos nos três encontros, bem como, as habilidades que se esperam desenvolver nos discentes.

Para melhor organização e apresentação dos tópicos e habilidades optou-se por organizá-los em forma de tabela, como mostrado na tabela 4.1 abaixo.

Tabela: 4.1 – Tópicos e habilidade da sequência didática

Tópicos	Habilidades
Massa	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Compreender o conceito de massa inercial e suas unidades de medidas. ➤ Diferenciar massa e peso ➤ Fazer medições de massa utilizando balança
Aceleração e Força (segunda lei de Newton)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Reconhecer e compreender o conceito de aceleração e força; ➤ Reconhecer e compreender as aplicações da segunda lei de Newton no dia-a-dia.

Aceleração e Força centrípeta	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Reconhecer e compreender o conceito de aceleração centrípeta; ➤ Identificar e reconhecer a aceleração centrípeta como um fenômeno presente no cotidiano; ➤ Reconhecer e compreender a força centrípeta em diferentes exemplos tais como montanhas russas, globo da morte entre outros; ➤ Identificar e reconhecer como a força centrípeta está presente no looping de esferas, montanhas russas e etc;
-------------------------------	---

Fonte: Própria

4.3 ESTRATÉGIAS PARA A AÇÃO ENSINO-APRENDIZAGEM

Nesta sequência didática utilizamos como estratégia para o ensino-aprendizagem uma abordagem problematizadora que é defendida por autores como, Delizoicov e Angotti (1994). Nesse sentido, destacamos a atividade experimental, que além de propiciar um ambiente descontraído, possibilita o envolvimento dos alunos, a partir da ação do docente, que atuará como mediador das diversas ações.

4.4 AVALIAÇÃO NO PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM

A forma de avaliação utilizada tem caráter formativo, com o objetivo de avaliar o aluno ao longo das atividades desenvolvidas, desde a montagem dos kits de robótica no momento que suas hipóteses serão apresentadas e após a análise e descrição dos fenômenos físicos envolvidos nos experimentos propostos.

Compreende-se a avaliação não como forma de seleção ou classificação, mas como “uma estratégia de ensino que permite reconhecer as teorias infantis e as hipóteses formuladas pelos alunos, os erros construtivos que cometem na resolução das tarefas e, em geral, os saberes previamente aprendidos.” (BOGGINO, 2009, p. 8).

A avaliação desempenha um papel importante no processo de ensino-aprendizagem, pois nos permite refletir sobre o nosso fazer pedagógico, além de possibilitar problematizar o ensino, o que gera conflitos e gera novos significados para os alunos (BOGGINO, 2009).

Segundo Barbosa (2001) a avaliação formativa é importante, pois possibilita verificar se os alunos estão atingindo os objetivos previstos durante o desenvolvimento das atividades. “É através da avaliação formativa que o aluno conhece seus erros e acertos e encontra estímulo para um estudo sistemático.” (BARBOSA, 2001, p. 7).

4.5 DESCREVENDO OS ENCONTROS

ENCONTRO 1

TEMA ESCOLHIDO: Massa Inercial

APRESENTAÇÃO

Este encontro é uma proposta para se trabalhar o tema de massa inercial com alunos do primeiro ano do ensino médio utilizando como estratégias de ensino-aprendizagem uma metodologia problematizadora, além de atividade experimental que será trabalhada utilizando o kit de robótica educacional da Fischertechnik.

Objetivos:

- Compreender o conceito de massa inercial.
- Identificar unidades de medida de massa
- Compreender a relação entre massa inercial e a segunda lei de Newton.

PÚBLICO ALVO: Alunos do primeiro ano do ensino médio

Número de aulas: 6 horas/aula, sendo 3 horas/aula para problematização inicial e montagem da empilhadeira e 3 horas/aula para atividade experimental, discussões e organização do conhecimento.

CONTEÚDO CIENTÍFICO ABORDADO: Massa Inercial

RECURSOS DE ENSINO: kit ROBO TX Training Lab, folheto da Fischertechnik, blocos de diferentes massas, pincel e quadro branco.

PROBLEMA INICIAL

Um trabalhador da Transportadora de Cargas S/A, precisa carregar algumas caixas de móveis utilizando-se de uma empilhadeira, para isso ele precisa realizar o serviço num tempo hábil. Ele tem duas possibilidades: carregar as caixas numa maior quantidade de uma única vez; ou carregá-las separadamente uma por uma. Qual a melhor alternativa para o trabalhador, considerando o desempenho da empilhadeira?

DESCRIÇÃO AULA A AULA

Após apresentado o problema inicial o professor instigará um debate com os alunos e em seguida irá propor que os alunos realizem uma atividade experimental que simulará a situação vivenciada pelo trabalhador citado na situação acima. Para isso, deverá dividir a turma em equipes de 4 alunos, e entregar a cada equipe o kit de robótica Robo TX Training Lab e o folheto de montagem da Fischertechnik, para que os alunos realizem a montagem do modelo da empilhadeira de forquilha, conforme apresentado na Figura 4.1.²

Figura 4.1: Ilustração da Empilhadeira de forquilha



Fonte: Folheto da fischertechnik - ROBO TX Training Lab<<http://www.fischertechnik.de/PortalData/1/Resources/didactic/documents/activity-booklet/ROBOTXTrainingLab/pt.pdf>>

Atividade Experimental

Com o auxílio da empilhadeira (Robô), deve-se levar em tempo hábil diversos blocos com diferentes massas de um local da sala de aula para outro. O professor deve deixar claro que: os blocos podem ser levados de uma só vez, de duas ou mais vezes, caberá aos alunos, decidirem sobre a melhor forma de transportar os blocos, considerando, seus conhecimentos, observações e suas hipóteses acerca da problemática apresentada.

² O folheto para a montagem encontra-se no anexo

Quando cada equipe de alunos realizarem a atividade proposta, as mesmas serão orientadas a fazerem suas anotações sobre o que observaram e apresentarem para toda turma. Neste momento o professor deve conduzir a aula no sentido de organizar o conhecimento dos discentes.

Organização do conhecimento

Massa

Neste momento de discussão o professor deverá conduzir o debate para a construção das explicações sobre qual dos modelos de levar os blocos foram mais eficazes, com discussões acerca da massa inercial e do comportamento do robô para as diferentes situações de combinação de massas.

Como foi observado no experimento realizado, no robô que foi colocado menos blocos que representa menos massa inercial aumentou sua velocidade mais rápido do que o robô que foi colocado mais blocos que representa mais massa, esse fato se deve as leis de Newton.

A primeira lei de Newton afirma que todo corpo continua em seu estado de repouso ou de movimento uniforme em linha reta, a menos que ele seja forçado a mudar de estado por forças imprimidas sobre ele.

Ou seja, se o robô estiver parado sobre um plano horizontal, ele deverá permanecer parado a menos que uma força seja aplicada para que ele entre em movimento.

E a segunda lei de Newton diz que a mudança de movimento é proporcional à força motora imprimida, e é produzida na direção da linha reta na qual aquela força é impressa.

$$m = \frac{F}{a}$$

A massa que aparece nessa equação é a chamada massa inercial que determina a aceleração de um corpo sob a ação de uma dada força.

Massa é a quantidade de matéria presente em um corpo e medida numa balança. No Sistema Internacional de Unidades, a unidade padrão escolhida desde 1960 para a massa é o quilograma (kg).

APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO

Após as atividades desenvolvidas, como culminância o professor finaliza o encontro com uma retomada da questão proposta na Problematização Inicial: Qual a melhor alternativa para o trabalhador levar as caixas, considerando o desempenho da empilhadeira?

ENCONTRO 2

TEMA ESCOLHIDO: Aceleração e Força (segunda lei de Newton)

APRESENTAÇÃO

Para este encontro a proposta é trabalhar os temas de aceleração e força com alunos do primeiro ano do ensino médio utilizando como estratégias de ensino-aprendizagem uma metodologia problematizadora além de atividade experimental que será trabalhada utilizando o kit de robótica educacional da Fischertechnik, mais especificamente os kits Robo TX Training Lab e Robo TX Explorer.

Objetivos:

- Compreender os conceitos de aceleração e força
- Identificar e relacionar fenômenos aplicações de aceleração e força no dia-a-dia.

PÚBLICO ALVO: Alunos do primeiro ano do ensino médio

Número de aulas: 4 horas/aula para a problematização, organização e aplicação do conhecimento.

CONTEÚDO CIENTÍFICO ABORDADO: Aceleração e Força (segunda lei de Newton)

RECURSOS DE ENSINO: kits ROBO TX Training Lab e ROBO TX Explorer da Fischertechnik, folhetos da Fischertechnik, blocos de madeira, pincel e quadro branco.

DESCRIÇÃO AULA A AULA

A aula inicia com uma proposta experimental utilizando a empilhadeira montada no encontro anterior, o professor deverá dividir a turma em equipes de 4 alunos, e utilizando a empilhadeira de forquilha deve solicitar que os alunos coloquem a mesma para se movimentar sem carga e observar o comportamento da velocidade da mesma, em seguida os alunos devem colocar um bloco de madeira sobre a empilhadeira e colocá-la em movimento novamente

Após os alunos realizarem o experimento o professor apresenta a seguinte situação problema e em seguida a pergunta chave.

SITUAÇÃO PROBLEMA

João é um caminhoneiro experiente, já está a mais de 10 anos trabalhando no transporte de carga, mais ainda não tinha terminado os estudos e decidiu voltar a estudar e na primeira aula de física, João lança um problema a seu professor “*professor já viajei muito no meu caminhão e percebi que quando ele está vazio, se comporta de maneira diferente de quando está cheio, já quando o caminhão está carregado, não consegue aumentar a velocidade tão rapidamente, porque será que isso acontece?*”

Pergunta chave:

- Explique a relação entre a atividade experimental realizado por você e a situação/problema apresentada, e em seguida descreva o que acontece com a velocidade da empilhadeira e do caminhão.

Na sequência, o professor entregará uma folha para que cada grupo lance suas hipóteses sobre a pergunta chave e após a conclusão das mesmas, essas deverão ser fixadas no quadro para que as informações sejam compartilhadas e debatidas entre os alunos com a orientação do professor.

Esse momento será importante, pois deverá ser a partir destas informações que o professor organizará o conhecimento.

Após esse primeiro momento o professor procederá com a organização do conhecimento.

ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO

Neste momento de discussão o professor deverá conduzir o debate para a construção das explicações das perguntas chaves lançadas anteriormente o que possibilitará a organização do conhecimento de acordo com o texto que segue.

Aceleração

De acordo com o experimento realizado e as hipóteses propostas o carrinho vazio aumenta sua velocidade mais rapidamente do que o carrinho com o bloco de madeira

sobreposto. Também podemos concluir que o aumento da velocidade com o tempo mencionado por João pode ser relacionado e interpretado como a aceleração deste veículo.

Assim podemos definir aceleração como uma grandeza física que representa a variação da velocidade de um corpo (que pode ser um carro ou um caminhão) no tempo.

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

A unidade de medida é obtida através das unidades das grandezas utilizadas na determinação da aceleração média, velocidade e tempo. No Sistema Internacional de Unidades (SI), a unidade de velocidade é o metro por segundo (m/s) e o tempo é dado em segundos (s), assim a unidade de aceleração média no SI é m/s^2 .

Força (segunda Lei de Newton)

Como vimos no início da aula João questionou ao seu professor sobre *“porque quando o meu caminhão está carregado ele não consegue aumentar a velocidade tão rapidamente quanto quando ele está vazio?”* Essa pergunta pode ser respondida pela segunda lei de Newton a qual afirma que:

A força resultante que atua sobre um corpo é proporcional ao produto da massa pela aceleração por ele adquirida.

Essa lei pode ser representada matematicamente pela equação.

$$F_R = m \cdot a$$

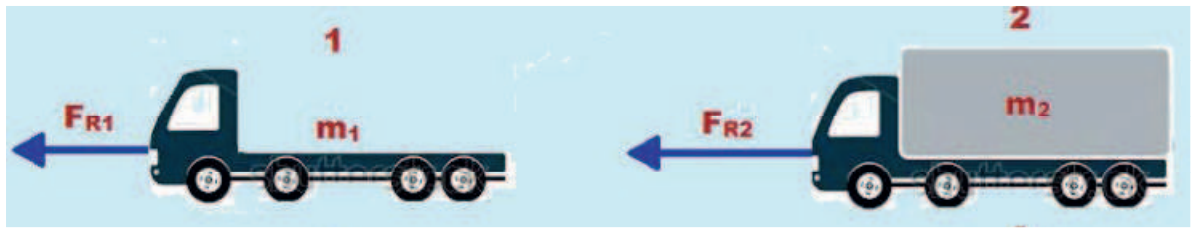
Sendo: F_R – Força resultante, m – massa inercial e a – aceleração.

De acordo com essa Lei, para que se mude o estado de movimento de um objeto, é necessário exercer uma força sobre ele que dependerá da massa que ele possui.

Assim, quanto maior a massa de um corpo maior será sua inércia, ou seja, devemos aplicar uma força resultante maior para acelerá-lo ou retardá-lo, no caso de João o seu (caminhão) quando esta descarregado têm uma massa menor logo é mais fácil ser acelerado e assim aumentar mais rapidamente sua velocidade.

Como podemos ver na figura 4.2 que ilustra o problema de João.

Figura 4.2: dois caminhões um vazio e outro carregado



Fonte: <http://fisicaevestibular.com.br/novo/mecanica/dinamica/segunda-lei-de-newton-ou-principio-fundamental-da-dinamica/> acesso em: 20/09/2016

APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO

1. A partir do que foi trabalhado em sala de aula responda a situação problema do caminhoneiro João, “professor já viajei muito no meu caminhão e percebi que quando ele está vazio, se comporta de maneira diferente de quando está cheio, já quando o caminhão está carregado, não consegue aumentar a velocidade tão rapidamente, porque será que isso acontece?”.
2. Faça uma comparação entre situação problema do caminhoneiro João e a atividade experimental realizada em sala de aula, apresentando os conceitos físicos presente em ambos os casos.

ENCONTRO 3

TEMA ESCOLHIDO: Aceleração e Força Centrípeta

APRESENTAÇÃO

Neste encontro, a finalidade é trabalhar os temas desaceleração e força centrípeta com alunos do primeiro ano do ensino médio utilizando como estratégias de ensino-aprendizagem uma metodologia problematizadora além de atividades experimentais que serão desenvolvidas utilizando o kit de robótica educacional da Fischertechnik, mais especificamente o kit Dynamic.

Objetivos:

- Relacionar as situações vivenciadas no dia-a-dia dos alunos com os conteúdos trabalhados em sala de aula.
- Estimular nos discentes o raciocínio lógico.
- Compreender os conceitos de aceleração e força centrípeta e suas aplicações.

PÚBLICO ALVO: Alunos do primeiro ano do ensino médio

Número de aulas: 6 horas/aula, sendo 3 horas/aula para a montagem do kit e 3 horas/aula para a discussão e organização do conhecimento.

CONTEÚDO CIENTÍFICO ABORDADO: Aceleração e Força Centrípeta

RECURSOS DE ENSINO: kit de robótica Dynamic da Fischertechnik, folheto da Fischertechnik, folha, fita dupla face, pincel e quadro branco.

DESCRIÇÃO AULA A AULA

A aula inicia com uma proposta experimental utilizando o kit de robótica Dynamic da Fischertechnik, o professor deve dividir a turma em equipes de 4.3 alunos, logo após a divisão deverá propor que os alunos montem o Looping, modelo experimental, representado na

Figura 3, sem apresentar maiores explicações do que será trabalhado na aula, para essa montagem será utilizado o folheto da Fischertechnik que se encontra disponível no Anexo B.

Figura 4.3: Ilustração do Looping do kit de robótica Fischertechnik



Fonte: <http://www.altogagreen.com/loja/kit-dinamica-fischertechnik.html>

Após a montagem do modelo proposto o professor deve conduzir a aula pedindo que os alunos soltem a esfera no circuito montado em duas situações diferentes.

- ✓ Primeiro, a esfera deve ser solta da parte superior do circuito.
- ✓ Segundo, a esfera deve ser solta da parte intermediária do circuito.

Após os alunos realizarem o experimento o professor fará as seguintes perguntas chaves.

Perguntas chave:

- Ao realizar o experimento o que foi observado em relação a esfera metálica ao ser solta no circuito?
- O que acontece quando colocamos a esfera no segundo ponto (ponto mais baixo)?
- Porque quando colocamos a esfera no segundo (ponto mais baixo) ele não consegue completar o Looping?
- Porque a esfera ao chegar à parte superior do looping não cai?

Em seguida o professor entregará uma folha para que cada grupo lance suas hipóteses sobre as perguntas chave e em seguida pedirá que as respostas sejam fixadas no quadro para que as informações possam ser compartilhadas e debatidas entre os outros alunos.

Neste momento espera-se que os alunos consigam mencionar a relação entre os fenômenos observados no experimento e situações cotidianas tais como: montanha russa, globo da morte entre outros.

Após esse momento inicial o professor mediará as discussões para posterior organização e aplicação do conhecimento.

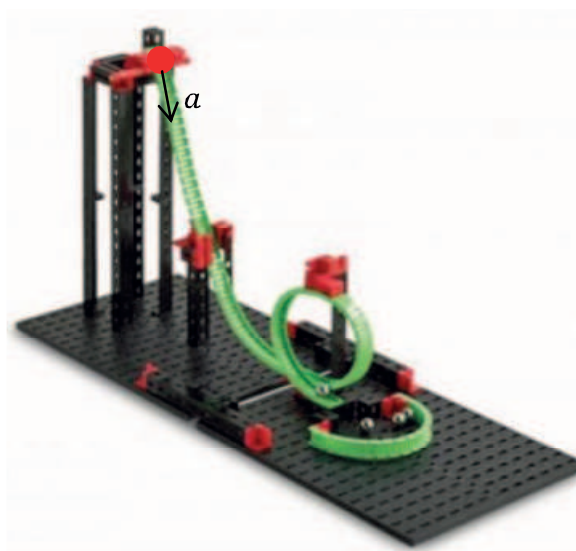
ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO

Neste momento de discussão o professor deverá conduzir o debate para a construção das explicações das perguntas chaves lançadas anteriormente, isso possibilitará a organização do conhecimento de acordo com o texto que segue.

Aceleração

De acordo com a Figura 4.4 a esfera ao ser solta da parte superior do circuito do looping sofre a ação da força da gravidade que produz uma aceleração na esfera e isso faz com que essa desça aumentando a sua velocidade. Ou seja, como podemos perceber a velocidade da esfera e a aceleração estão relacionadas, pois à medida que a esfera é acelerada esta aumenta sua velocidade.

Figura 4.4: Looping do kit de robótica Fischertechnik - adaptada



Desse modo definimos aceleração como uma grandeza física que representa a variação da velocidade de um corpo (a esfera) no tempo.

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

A unidade de medida é obtida através das unidades das grandezas utilizadas na determinação da aceleração média, velocidade e tempo. No Sistema Internacional de Unidades (SI), a unidade de velocidade é o metro por segundo (m/s) e o tempo é dado em segundos (s), assim a unidade de aceleração média no SI é m/s^2 .

Aplicações

Como vimos no início da aula, Maria se questionou sobre “*Porque o carrinho da montanha russa aumenta a velocidade quando chega na parte superior da montanha russa e começa a descer?*” A resposta para esta pergunta se deve a aceleração que ocorre nas montanhas russas nas quais o carrinho é puxado (por meio de algum mecanismo) até o ponto mais alto do brinquedo (que fica sempre no início da volta). A Figura 4.5 ilustra a subida de um carrinho de uma montanha russa.

Figura 4.5: subida do carrinho de montanha russa



Ao chegar na parte mais alta do percurso, o carrinho é solto e a força da gravidade produz a aceleração do mesmo para que este possa completar o percurso. Essa aceleração produz no carrinho um aumento na sua velocidade. A Figura 4.6 ilustra o carrinho da montanha russa no momento da descida.

Figura 4.6: decida do carrinho de montanha russa



Fonte: <http://parksinworld.blogspot.com.br/2012/06/fisica-das-montanhas-russas.html>

Força Centrípeta

Após a montagem e realização do experimento foi questionado: “*Porque a esfera ao chegar à parte superior do looping não cai?*” Conforme é mostrado na Figura 4.7.

Figura 4.7: Looping do kit de robótica Fischertechnik adaptada



Fonte: <http://www.altogagreen.com/loja/kit-dinamica-fischertechnik.html>

A resposta para esta pergunta está no fato da esfera ao descer o circuito chega até o looping no qual a aceleração radial produz uma força também radial conhecida como força centrípeta (dirige para o centro) que atua sobre a esfera mudando sua direção para que ele possa percorrer a trajetória curvilínea.

O modulo da aceleração centrípeta pode ser representada matematicamente como sendo:

$$a_c = \frac{v^2}{r}$$

Na qual v é a velocidade, que é tangente ao movimento, e r é o raio da trajetória circular.

No Sistema Internacional de Unidades (SI), a unidade da aceleração é m/s^2 .

Como já existe uma aceleração e como sabemos a esfera possui uma certa massa, podemos, pela 2ª Lei de Newton, expressar uma força que assim como a aceleração centrípeta, também aponta para o centro da trajetória circular.

Essa força é conhecida como Força Centrípeta, cujo modulo podemos representar matematicamente como sendo:

$$F_c = m \cdot a_c$$

Ou

$$F_c = m \cdot \frac{v^2}{r}$$

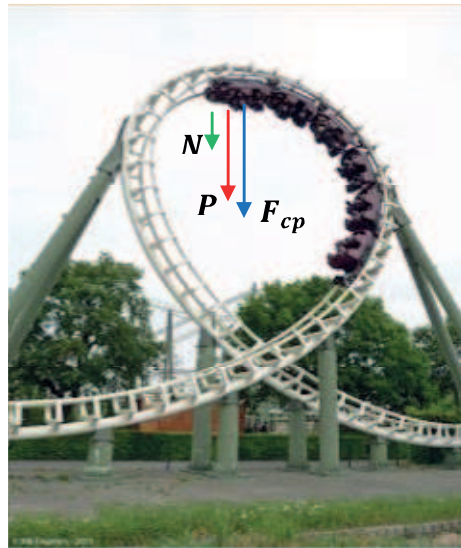
Sem ela, a esfera não poderia executar o looping.

No Sistema Internacional de Unidades SI, a unidade de medida de força é o newton (N), em homenagem a Sir Isaac Newton.

Aplicações

Relembrando novamente outro questionamento importante que Maria fez: “*Como é possível uma pessoa ficar de cabeça para baixo e não cair em uma montanha russa?*” A resposta para esta pergunta está na força centrípeta. Vejamos a partir da Figura 4.8 uma explicação para tal fenomenologia.

Figura 4.8: Looping de uma montanha russa com esboço das forças adaptada



Fonte: <http://parksinworld.blogspot.com.br/2012/06/fisica-das-montanhas-russas.html>

No topo do loop, podemos dizer que a aceleração centrípeta é fornecida pela gravidade. Quando estiverem lá, as pessoas se sentirão mais leves.

Para que o looping seja completado com sucesso o carrinho deve manter-se em contato com o trilho da montanha russa durante todo o trajeto para que ele o complete e não caia do looping. Para isso, a velocidade do carrinho na parte superior do looping (que é a parte mais crítica) deve ser suficiente para que continue seu percurso pelo looping sem se desgarrar e cair.

APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO

Situação problema

Maria foi a um parque de diversão no final de semana e andando em uma montanha russa ficou intrigada quando percebeu que estava de cabeça para baixo e mesmo assim não caiu, ela então começou a se questionar. Porque o carrinho aumenta a velocidade quando chega na parte superior da montanha russa e começa a descer? Como é possível uma pessoa ficar de cabeça para baixo e não cair em uma montanha russa?

Analisando a situação acima, com base em seus conhecimentos, responda as indagações: quais argumentos você usaria para responder aos questionamentos de Maria?

5. RELATO DE EXPERIÊNCIA DA APLICAÇÃO DO PRODUTO PEDAGÓGICO

O produto educacional consiste em uma proposta de sequência didática para auxiliar o professor de Física do ensino médio na utilização da robótica educacional, mais especificamente fazendo-se uso dos kits de robótica da FISCHERTECHNIK que foram implementados na rede estadual de ensino da Paraíba. A sequência didática é direcionada ao primeiro ano do ensino médio e sustenta-se teoricamente na abordagem problematizadora de Angotti e Delizoicov e foi organizada para ser trabalhada em dezesseis horas/aulas, os conteúdos aceleração, massa inercial, força, aceleração centrípeta e força centrípeta.

5.1 ETAPAS DE APLICAÇÃO DO PRODUTO

Nosso produto educacional foi aplicado em três encontros distintos na Escola Estadual Daniel Carneiro, situada na cidade de Riacho dos Cavalos. Descreveremos a seguir detalhes de como se deu as ações na referida escola, ao utilizarmos a sequência didática elaborada para trabalhar os temas de Física anteriormente mencionados com o uso do Kit de Robótica.

PRIMEIRO ENCONTRO

TEMA ESCOLHIDO: Massa Inercial

O primeiro encontro iniciou-se com seguinte situação, apresentamos aos alunos um problema a ser resolvido por um trabalhador de uma Transportadora de Cargas, o mesmo precisava carregar algumas caixas de móveis utilizando-se de uma empilhadeira, o operário precisava realizar o serviço num tempo hábil. Diante disso, ele tinha duas possibilidades: carregar uma maior quantidade de caixas de uma única vez; ou carregá-las separadamente, uma por uma. Daí, lançamos o problema para os alunos: Qual a melhor alternativa para o trabalhador, considerando o desempenho da empilhadeira?

Após a apresentação da situação os alunos rapidamente começaram a dialogar entre si, com o intuito de solucionarem o problema do trabalhador. Após esse momento de discussão inicial, foram divididos em equipes de 4 alunos e receberam o kit de robótica (Figura 5.1-a); cada equipe seguiu as orientações do professor e por meio do levantamento de hipóteses

(Figura 5.1-b); trabalhou até a concretização da montagem da empilhadeira (Figura 5.1-c), A Figura 5.1 ilustra os diversos momentos do primeiro encontro.

Figura 5.1- Momentos do primeiro encontro



(a) Alunos divididos em equipes recebendo o material do Kit de robótica

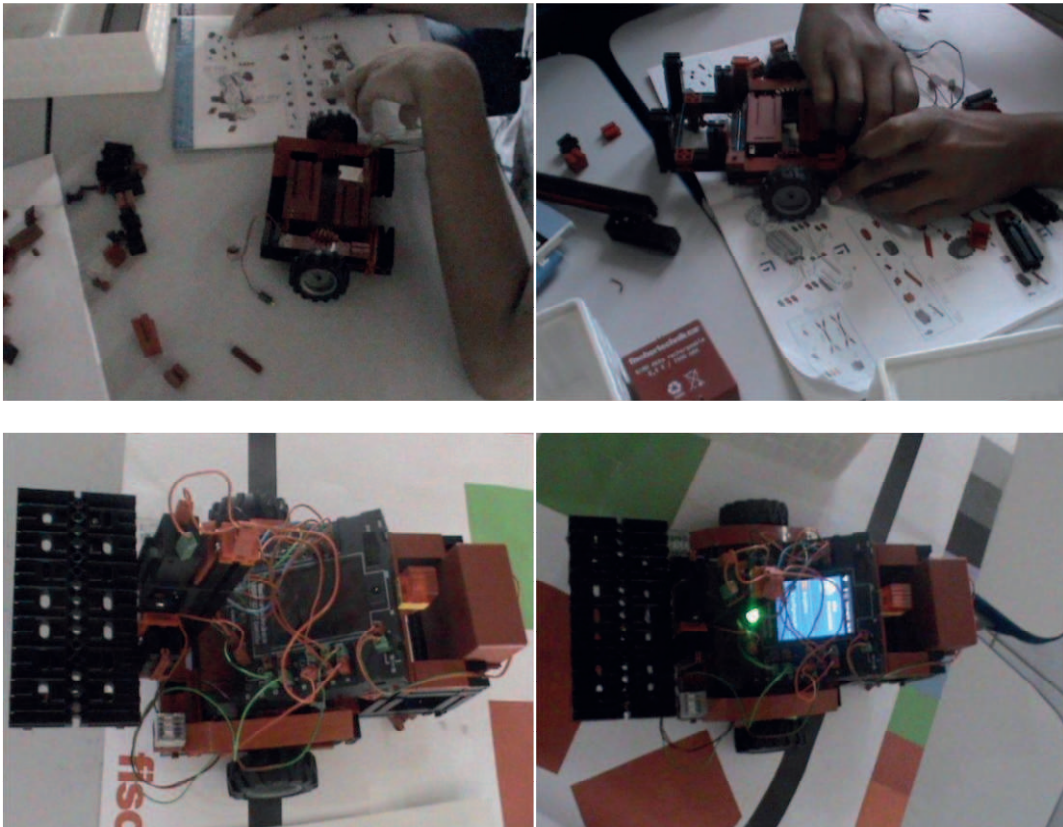
Fonte: Própria





(b) O processo de montagem da empilhadeira

Fonte: Própria



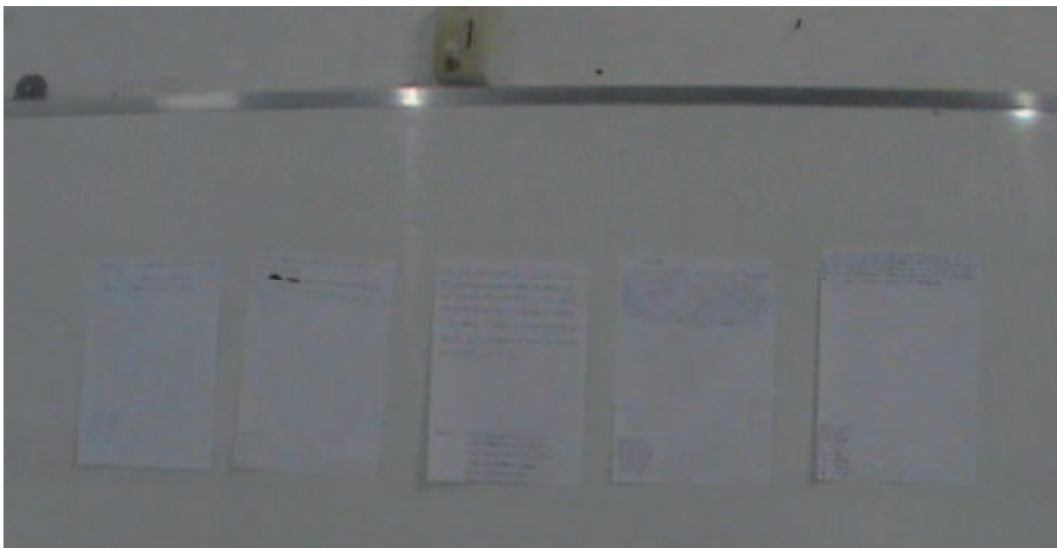
(c) A concretização da montagem da empilhadeira

Fonte: Própria

Esse foi um momento importante na aula, pois os alunos tiveram a oportunidade de trabalhar a sua criatividade, raciocínio lógico; habilidades manuais e estéticas; relações interpessoais e intrapessoais destacados por Zilli (2004), como importantes para o processo de ensino e aprendizagem na montagem do protótipo da empilhadeira.

Após os alunos concluírem a montagem da empilhadeira foi o momento das equipes avaliarem as hipóteses que foram lançadas no início da situação apresentada, para isso os alunos fizeram uso de blocos de madeiras e da empilhadeira montada por eles, e assim simularam a situação vivenciada pelo trabalhador da empresa de cargas, na sequência cada equipe fez as anotações dos resultados obtidos. Posteriormente foi feita a exposição das anotações na lousa para os demais colegas de sala, quando puderam socializar as ideias e discussões. A Figura 5.2 ilustra o momento em que foi afixado na lousa as anotações das equipes sobre o que haviam discutido.

Figura 5.2 – Exposição das anotações dos alunos



Fonte: Própria

Novamente tivemos um momento muito proveitoso e extremamente importante para socialização de informações e diálogo sobre as conclusões das equipes diante da problemática proposta inicialmente, uma vez que, a sala ficou bem dividida, as equipes chegaram a opiniões diferentes sobre o melhor método de se transportar os blocos. Diante disso, tivemos opiniões divergentes, parte das equipes defendeu que seria melhor levar os blocos de duas vezes e a outra que seria melhor transportar os blocos de uma única vez, como podemos constatar nos textos abaixo transcritos.

Equipe 1:

“É melhor transportar as cargas todas de uma vez só, porque agilizará o trabalho e o desempenho da empilhadeira será melhor.”

Equipe2:

“É melhor levar a metade depois a outra metade, pois é mais rápido e também mais seguro para o trabalhador, pois não teria perigo das cargas caírem.”

Equipe3:

“A melhor forma de transportar a cargas é carregar tudo de uma só vez, porque é mais rápida e coloca mais força na direção do movimento da empilhadeira melhorando na movimentação e assim terminando mais rápido.”

Como podemos perceber a equipe 2, diferentemente da equipe 1 traz em sua resposta relação da velocidade da empilhadeira com a sua massa, a equipe menciona que a empilhadeira tem uma maior velocidade quando as cargas são divididas, o que revela uma relação entre a massa da empilhadeira e a sua agilidade.

Já a equipe 3 tem uma opinião diferente da equipe 2 e parecida com a equipe 1, apresentam em sua resposta apesar de um pouco confusa, a necessidade de mais força na direção do movimento da empilhadeira quando se transporta todos os blocos de uma só vez, essa conclusão logo foi contestada pelas equipes 4 e 5, conforme apresentado nos recortes a seguir.

Equipe4:

“No nosso ponto de vista a melhor forma da empilhadeira carregar as cargas é de uma em uma porque assim a empilhadeira vai mais rápida e com menos peso porque se levar tudo de uma vez só a empilhadeira fica mais lenta e pode danificar a empilhadeira.”

Equipe5:

“A melhor forma de carregar as cargas (blocos) para o trabalhador é de 2 vezes pois é mais rápido já que se for feito tudo de uma só vez o carregamento fica mais lento, pois a empilhadeira perde agilidade.”

As equipes 4 e 5 fazem uma importante relação entre a rapidez da empilhadeira que podemos associar a aceleração com o peso da empilhadeira e posteriormente com a massa, essa relação foi muito importante para o desenvolvimento da aula nos pontos referentes aos conceitos e definição de massa inercial.

Uma questão importante que se pode notar foi que todas as equipes relacionaram a massa da empilhadeira a sua agilidade, ou seja, segundo eles quanto mais blocos menos agilidade tinha a empilhadeira.

Esse conhecimento prévio do aluno foi o ponto de partida utilizado para a organização do conhecimento e posteriormente a aplicação do conhecimento.

SEGUNDO ENCONTRO

TEMA ESCOLHIDO: Aceleração e Força (segunda lei de Newton)

No segundo encontro foram utilizados os mesmos protótipos da empilhadeira montados anteriormente e a aula se desenvolveu de maneira semelhante ao primeiro encontro, em que os alunos foram divididos em equipes de 4 alunos e apresentados uma situação problema para iniciar as discussões. A situação dizia respeito a um caminhoneiro de nome João, que há mais de dez anos trabalha com transporte de cargas, e decidiu voltar a estudar, muito curioso, em sua primeira aula de Física, João questiona o seu professor: *“professor já viajei muito no meu caminhão e percebi que quando ele está vazio, se comporta de maneira diferente de quando está cheio, já quando o caminhão está carregado, não consegue aumentar a velocidade tão rapidamente, porque será que isso acontece?”*

A situação acima foi o ponto de partida para criarmos um debate entre os alunos que por meio do diálogo e levantamento de diversas hipóteses foram motivados a buscar respostas para o questionamento do caminhoneiro João, para isso fizeram uso da empilhadeira montada na aula anterior para simular o caminhão e dos blocos de madeira para simular a carga do caminhão, após os testes cada equipe fez suas anotações sobre o experimento, relatando suas hipóteses e suas conclusões. Abaixo apresentamos as respostas das equipes para o problema em estudo.

Equipe1:

“Devido à massa da carga o caminhão não consegue ter a mesma aceleração do que o caminhão vazio, pois a massa influencia na aceleração.”

Equipe2:

“Porque quando o caminhão está cheio aumenta a massa e o peso. E quanto maior a massa menor a velocidade.”

Equipe 3:

“Em nossa opinião quando ele está carregado a velocidade é menor porque está pesado e não consegue atingir a velocidade tão rápido. Já quando o caminhão está vazio consegue atingir a velocidade mais rápida porque está leve.”

De acordo com os recortes apresentados, percebemos que a equipe 1 relaciona as grandezas massa e aceleração, revelando a ideia de que a massa do caminhão dificulta a sua aceleração. Contudo, as equipes 2 e 3 fizeram ralações com outras grandezas.

A equipe 2 fez a relação entre massa, peso e velocidade, de acordo com a ideia dessa equipe a massa influencia na velocidade do caminhão, o que é a conclusão da maioria das equipes. A equipe 3 associa a velocidade do caminhão ao seu peso, no entanto não consegue fazer uma relação explícita da massa com a aceleração.

Igualmente a equipe 3 os membros da equipe 4 também trazem em sua fala uma relação direta da velocidade com o peso do caminhão, observemos o recorte que segue.

Equipe 4:

“Quando o caminhão não está carregado a velocidade é menor do que quando está carregado porque ele está leve e isso aumenta sua velocidade. Já quando está carregado, fica mais pesado e exige mais cuidado que velocidade por isso que o motorista nota uma grande diferença.”

Como podemos perceber essa equipe também associa a velocidade ao peso do caminhão.

É importante destacar que as hipóteses apresentadas pelos alunos foram extremamente essenciais para o desenvolvimento da aula, pois a partir dos mesmos organizamos o conhecimento científico relacionado ao problema relacionado à situação do caminhoneiro João.

TERCEIRO ENCONTRO:**TEMA ESCOLHIDO: Aceleração e Força Centrípeta**

Neste terceiro e último encontro os alunos foram divididos novamente em equipes e foi solicitado que os mesmos montassem o modelo do looping contido no kit de robótica Dynamic da Fischertechnik. A Figura 5.3 ilustra alguns dos momentos em que as equipes realizam a montagem do looping.

Figura 5.3 – Fotos dos alunos realizando a montagem do looping



Fonte: Própria

Após a montagem do protótipo os alunos tiveram a oportunidade de testar suas hipóteses, para tanto, foi realizado o experimento do looping que consistia em soltar a esfera

de diferentes alturas e observar se esta realizava o looping ou não, como ilustrado na Figura 5.4.

Figura 5.4: Alunos testando o experimento do looping



Fonte: Própria

Logo em seguida os alunos foram orientados a novamente relatar como tinha ocorrido o experimento e quais conclusões eles haviam chegado, como podemos perceber nos trechos que seguem abaixo.

Equipe 1:

“Ao soltar a esfera da parte baixa ela não consegue completar o looping, por que está com velocidade baixa.”

E na parte superior, a esfera consegue completar o looping pois obtém mais velocidade devido a altura de partida.

Ela consegue completar o looping sem cair, devido a sua aceleração.”

De acordo com a equipe 1 o fato da esfera completar ou não o looping está associado à sua velocidade, já que quando a esfera está na parte mais alta adquire mais velocidade e quando está na parte mais baixa adquire menos velocidade e por este motivo não consegue completar o looping, esse mesmo raciocínio é utilizado também para explicar porque a esfera ao chegar na parte mais alta do looping não cai.

A equipe 2 relaciona outra grandeza física para explicar o experimento, como podemos perceber no recorte a seguir.

Equipe 2:

“Ao fazer o experimento percebemos que a bolinha tem mais desempenho quando é lançada do começo do trajeto ela pois consegue tranquilamente passar pelo looping.

Mas quando ela é solta no meio ela não consegue fazer o looping.

Podemos perceber que a força de aceleração no começo é mais forte que no meio por isso a bolinha consegue fazer todo o trajeto (enquanto no meio ela não consegue, ela cai por causa da sua velocidade).”

Segundo a equipe 2, a “força de aceleração” é quem faz com que a esfera complete o looping ou não, para eles quando a esfera está no ponto mais alto têm mais força o que permite a esfera completar o looping, e associam esse fato a velocidade elevada da esfera. Percebemos algo semelhante à essa explicação quando a Equipe 3, apresenta sua resposta.

Equipe 3:

“Quando coloca a esfera no centro, ela não consegue completar o looping porque a força não é suficiente. Já quando se coloca na parte de cima ela completa o looping, porque a velocidade é maior, e quando a velocidade é maior aumenta a força, e a esfera consegue completar o looping.”

Como supracitado essa conclusão se assemelha a da equipe 2, quando explicam o experimento a partir das grandezas de força e velocidade, omitindo a grandeza aceleração.

A equipe 4 apresenta suas considerações de modo semelhante ao apresentado pela equipe 1, relacionando o looping à velocidade da esfera.

Equipe 4:

“1ª Situação: No ponto mais alto: A bola completa o percurso até o fim. Isso porque a esfera pega impulso e ganha velocidade para completar o percurso.

2ª Situação: No ponto mais baixo: A bola não consegue completar o percurso. Porque ela não consegue atingir a velocidade necessária para completar o percurso. E não consegue pegar impulso.

Quando a esfera está no ponto mais alto não cai porque como ela não tem interrupções no meio do percurso ela continua com a mesma velocidade de quando ela começou fazendo com que ela não caia, porque é uma velocidade alta.”

Esse grupo fez uma organização sistematizada explicando o experimento por meio da velocidade e do impulso, que segundo eles quando a esfera é solta do ponto mais alto do experimento ela consegue “pegar impulso”.

A quinta e última equipe procura explicar o experimento a partir da velocidade e da aceleração da esfera, vejamos o recorte que segue.

Equipe 5:

“Observamos que quando a esfera está no segundo ponto (ponto mais baixo) a esfera não conseguiu concluir todo o percurso. Já na parte superior (a mais alta) a esfera consegue concluir todo percurso.

Pois na parte superior a esfera está mais alta e com seu impulso ela consegue realizar o seu percurso e já na parte mais baixa a esfera não consegue realizar seu percurso pois sua velocidade é menor.

A esfera não cai devido a sua aceleração.”

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da realização da pesquisa, que proporcionou a discussão de algumas questões referentes ao ensino de Física, procuramos refletir sobre o seu papel da robótica em uma aprendizagem significativa baseando em experimentos e discussões dos resultados, percebemos que o tema é amplamente discutido pelos teóricos da área e que suas concepções têm sido incorporadas nos meios educacionais, devido aos benefícios que proporcionam aos aprendizes.

Sendo assim é importante reforçar nesse estudo a necessidade e a importância da robótica educacional e também das atividades experimentais numa perspectiva problematizadora no ensino de física como uma ferramenta que pode auxiliar o professor de física há despertar nos seus alunos um espírito investigador que o ajudará a compreender mais facilmente os conceitos de física.

Ao aplicar o produto educacional em sala de aula conseguimos alcançar bons resultados, dos quais destacamos.

A possibilidade de conhecer as ideias prévias dos alunos já que eles são orientados a relatar seus pontos de vista sobre o experimento, apresentando as hipóteses e explicações para o observado nos fenômenos em estudo.

O produto propicia a interação entre os alunos, a considerar que desde a tentativa de resolver os problemas em equipe, como por exemplo, na montagem dos protótipos, nos debates e discussões para se construir as respostas, foi necessário socializar-se enquanto sujeitos para construírem os conceitos de massa, aceleração e força.

A forma de condução da aula, em que o professor media as discussões e o aluno é colocado como centro das discussões, valorizando-se suas ideias, suas hipóteses, sua expressividade, faz da proposta apresentada ser dialógica, em que emergimos de um modelo de aula tradicional, quando não desenvolvíamos atividades com o kit de robótica, para uma aula bem interativa com possibilidades de questionar e sistematizar os conhecimentos dos alunos.

Neste sentido, entendemos que as montagens realizadas a partir dos kits de robótica, possuem um enorme potencial didático, sendo capaz de desenvolver nos alunos várias competências e ajudar a aproximar a teoria e a prática, a partir de conceitos científico-

tecnológicos, além de permitir que ele possa problematizar diversas situações e traçar hipóteses para a solução dos problemas apresentados.

Acreditamos que nossa investigação pode colaborar com as aulas de física no ensino médio, uma vez que propomos um material didático de orientação Pedagógica para professores de física trabalhar os conceitos de massa, aceleração e força a partir dos Kits de robótica da Fischertechnik.

7. REFERENCIAS

AGUIAR, Marcus A. M. de. Tópicos de Mecânica Clássica. 2010.

ARAÚJO, Mauro Sárgio Teixeira de; ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos. Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 25, no. 2, Junho, 2003.

BARBOSA, Helena Maria Araújo Pires. Avaliação no Processo Ensino-Aprendizagem. Monografia. 30f. Rio de Janeiro. 2001.

BARBOSA, Joaquim de Oliveira; PAULO, Sérgio Roberto de; RINALDI, Carlos. Investigação do Papel da Experimentação na Construção de Conceitos em Eletricidade no Ensino Médio. Cad. Cat. Ens.Fís., v. 16, n. 1: p. 105-122, abr. 1999.

BOGGINO, Norberto. A avaliação como Estratégia de Ensino. Avaliar Processos e Resultados. Sísifo. Revista de Ciências da Educação, n.º 9. mai/ago 2009, p. 79-86.

CABRAL, Cristiane Pelisolli. Robótica Educacional e Resolução de Problemas: Uma Abordagem Microgenética da Construção do Conhecimento. Porto Alegre, 2010. Dissertação de Mestrado, 148 f.

COUTINHO, L. M.. Imagens sem fronteiras: A gênese da TV escola no Brasil. In: Gilberto Lacerda dos Santos (Org). Tecnologias na Educação e formação de professores. Brasília: Plano Editora, p. 69-98, 2003.

DELIZOICOV, Demétrio, ANGOTTI, José André. Metodologia do Ensino de Ciências. Cortez, São Paulo, 1994.

DELIZOICOV, D. Ensino de Física e a Concepção Freiriana da Educação. Revista de Ensino de Física, V.5,n.2, 1983.

FRANCISCO JR.; W. E., FERREIRA, L. H. e HARTWIG, D. R. Experimentação Problematicadora: Fundamentos Teóricos e Práticos para a Aplicação em Salas de Aula de Ciências. Revista Química Nova na Escola, n. 30, p. 34-41, 2008.

GASPAR, Alberto. Cinquenta Anos de Ensino de Física: Muitos Equívocos, Alguns Acertos e a Necessidade do Resgate do Papel do Professor. XV Encontro de Físicos do norte e Nordeste.2005.

KIBBLE, Tom W.B.; BERKSHIRE, Frank H.. Classical Mechanics. World Scientific Publishing Co. Pte.Ltd. -- 5th ed. 2004.

PAPERT, S. A Máquina das Crianças: Repensando a escola na era da informática. Porto Alegre: Artmed: 2008.

ALVES FILHO, Jose de Pinho. Atividade Experimental: Uma Alternativa na Concepção Construtivista. In: VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2002, Águas de Lindóia. Atas do VIII EPEF. São Paulo: SBF, 2002.

ALVES FILHO, Jose de Pinho. Atividades Experimentais: Do Método À Prática Construtivista. Tese de Doutorado em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

MARION, J. B. Classical Dynamics of Particles and Systems, Academic Press, New York, 2nd edn., 1970.

MIRANDA, Leonardo Cunha de; SAMPAIO, Fábio Ferrentini; BORGES, José Antonio dos Santos. RoboFácil: Especificação e Implementação de um Kit de Robótica para a Realidade Educacional Brasileira. RBIE, V.18 N.3, 2010.

MOREIRA, Marco Antonio. Ensino de Física no Brasil: Retrospectiva e Perspectivas. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 22, nº. 1, Março, 2000.

NETO, JOÃO BARCELOS. Mecânica Newtoniana, Lagrangeana & Hamiltoniana, São Paulo, Editora Livraria da Física, 1ª Ed., 2004.

RABELO, Ana Paula Stoppa. Robótica Educacional no Ensino de Física. Goiás, Fevereiro, 2016. Dissertação de mestrado, 55 f.

STELLA, S. F.; CHOIT, S. Y. (2006). O não uso do laboratório de física nas escolas de ensino médio da cidade de Dourados. Revista Eletrônica de Ciências da Educação, 5(1):1-14.
SIMON, Keith R. Mecânica. Editora Campus Ltda. 1996.

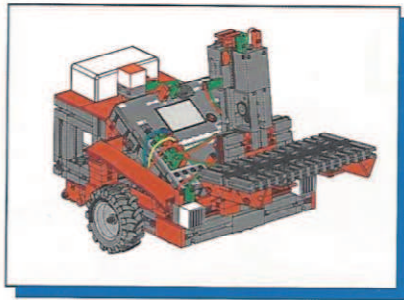
THORNTON, Stephen T; MARION, Jerry B. Classical Dynamics of Particles and Systems. 5th Edition (Brooks/Cole - Thomson Learning, 2014).

VALADARES, Jorge António. O Conceito de Massa. I. Introdução Histórica. Revista Brasileira de Física vol. 15, n°s (1 a 4) 1993.

VENTURA, P. C. S.; NASCIMENTO, S. S. Laboratório Não Estruturado: uma abordagem do ensino experimental. Caderno Catarinense do ensino de Física, v. 9 (1): 54-60. 1992.

ZILLI, Silvana do Rocio; A robótica educacional no ensino fundamental: perspectivas e prática. Dissertação de Mestrado, Florianópolis, 2004. Acesso em: 30 de agosto de 016

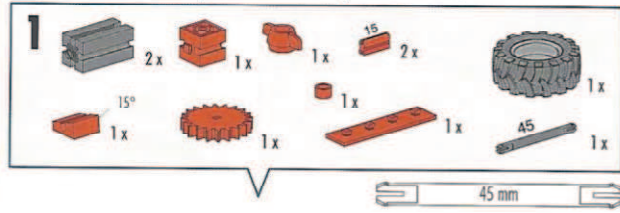
ANEXO A: (montagem da empilhadeira)



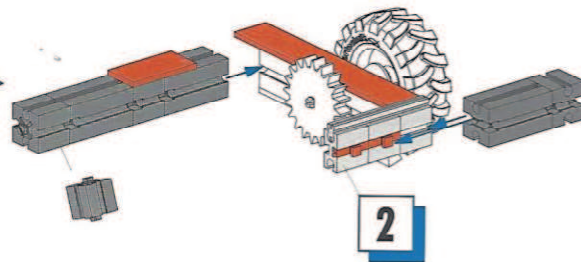
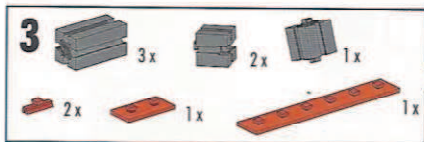
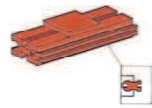
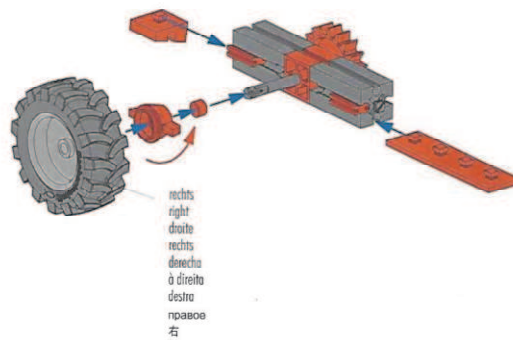
Gabelstapler
Forklift
Empilheuse

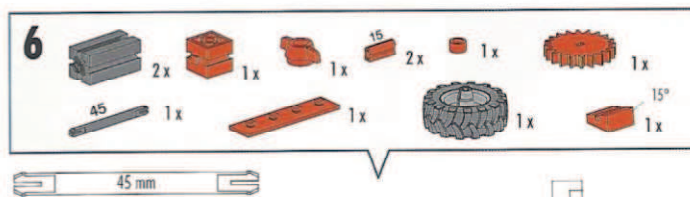
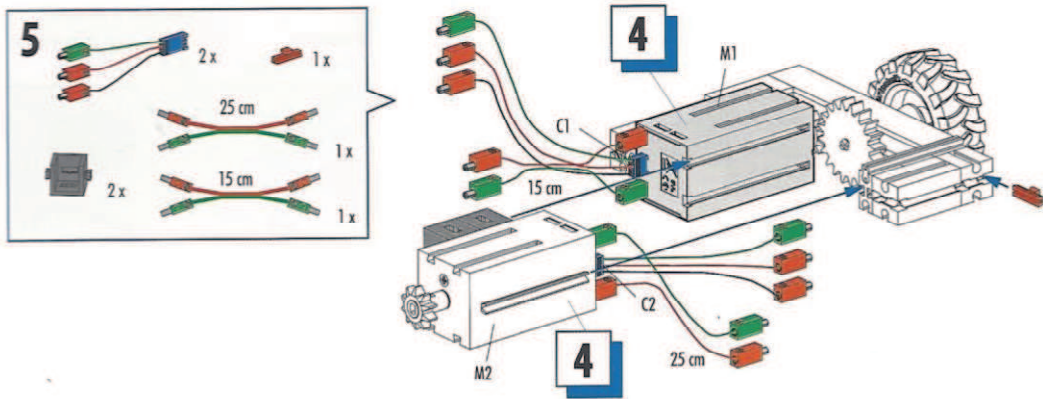
Vorkheftruck
Carretilla elevadora
Empilhadeira de forquilha

Carrello a forcole
Вилочный погрузчик
叉车

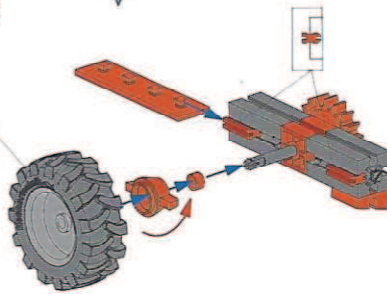


- Nabenmutter festdrehen
- Fasten the hub nuts home
- Serrer les écrous de moyeu
- Dreal de naalmoeren vast
- Atornillar las tuercas laterales
- Apretar bem as porcas de cubo
- Stringere i dadi dei mozzi
- Затянуть гайки ступиц
- 拧紧

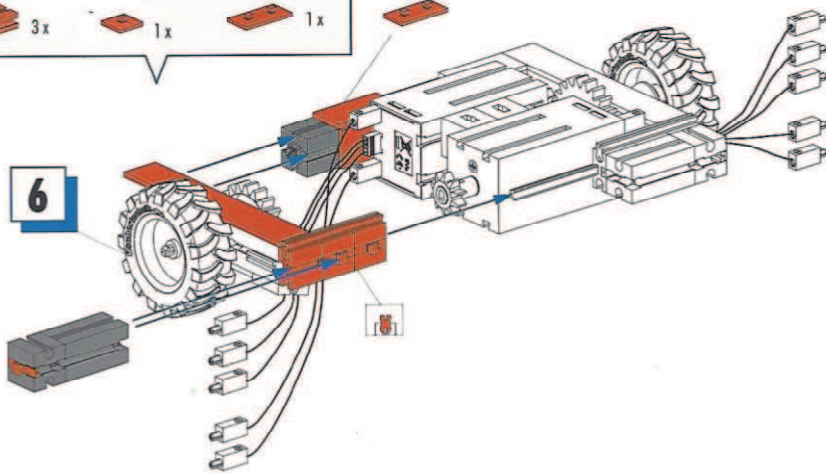
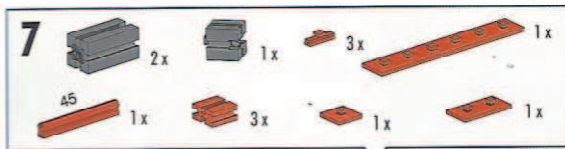


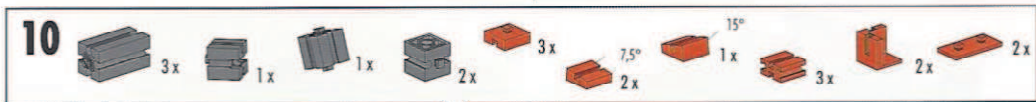
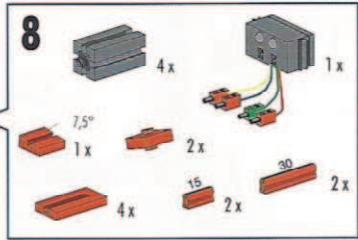
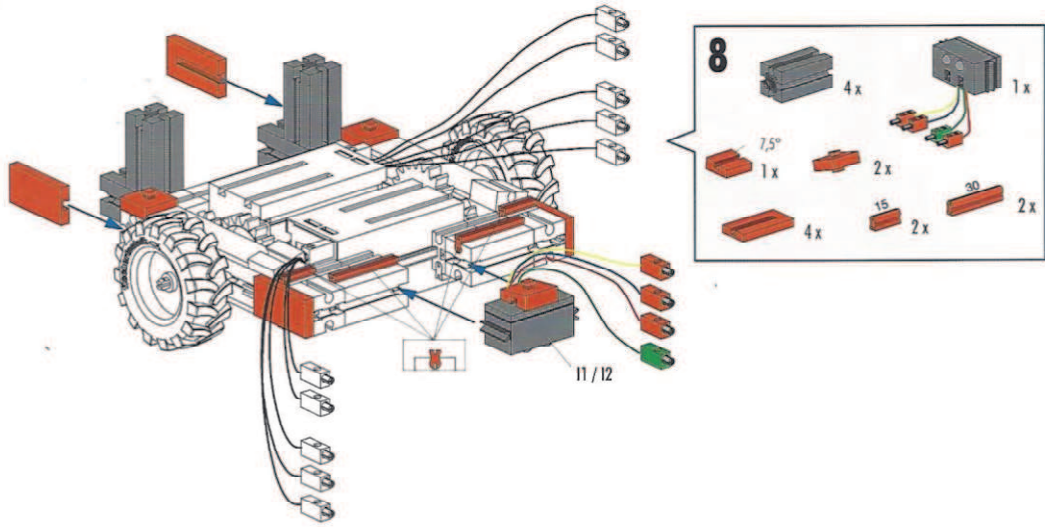



links
left
gauche
links
izquierda
à esquerda
sinistra
левее
左



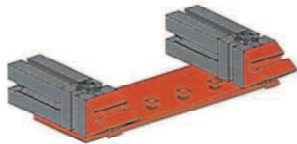
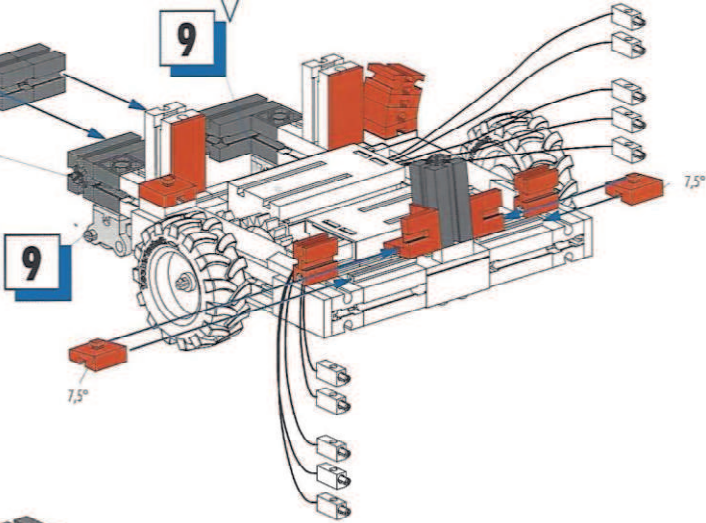
- Nebenmüttern festziehen
- Fasten the hub nuts home
- Serrer les écrous de moyeu
- Draad de naafmoeren vast
- Atornillar las tuercas laterales
- Apertar bem as porcas de cubo
- Stringere i dadi dei mezzi
- Затянуть гайки ступиц
- 拧紧

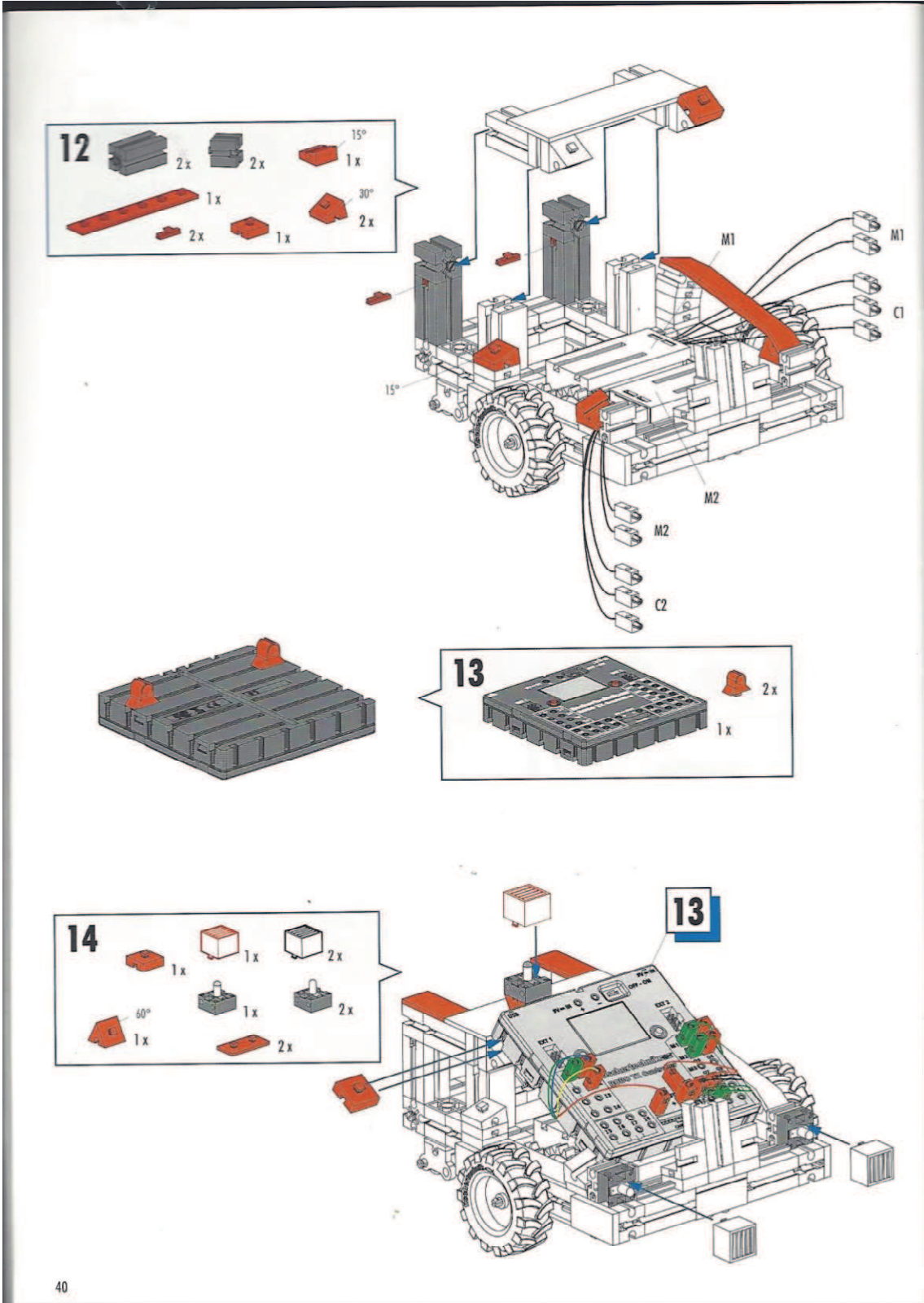




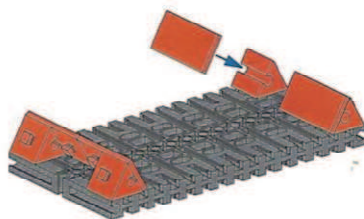
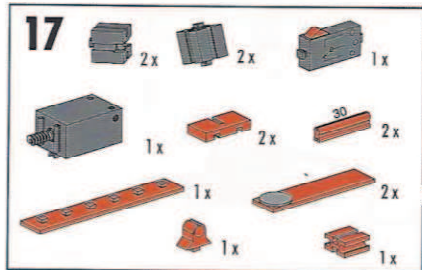
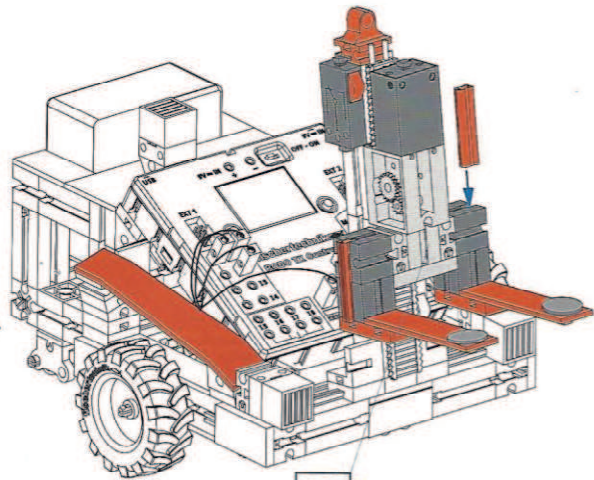
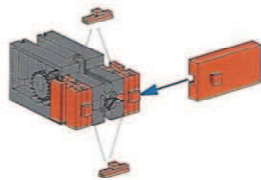
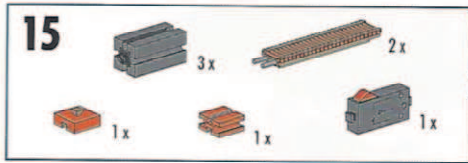
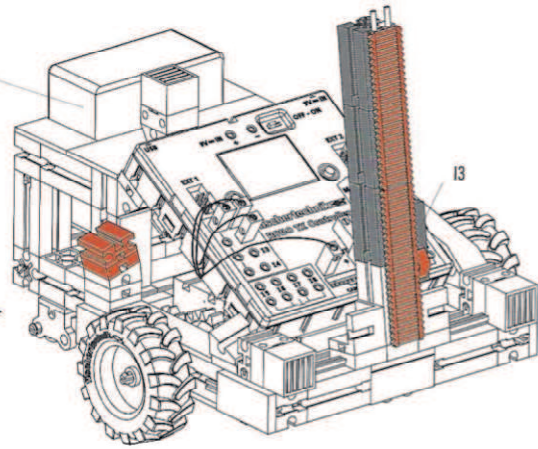


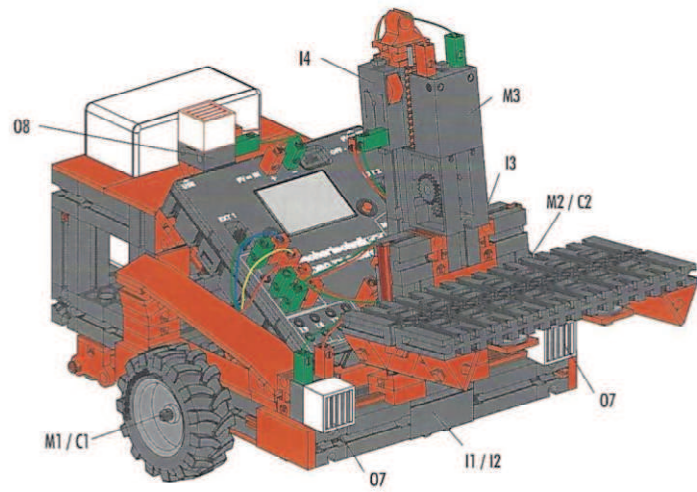
 Große Bohrung
 Large drilling
 Alésage large
 Grote boring
 Perforación grande
 Orificio grande
 Grande foro
 Большое отверстие
 大孔





- Akku Set (Art.-Nr. 34 969) nicht im Baukasten enthalten
- Akku Set (Art. No. 34 969) not included in the modular kit
- Akku Set (ref. 34 969) n'est pas contenu dans le kit
- Akku Set (art.-nr. 34 969) niet in de bouwdelen opgenomen
- Akku Set (art. n.º 34 969) no está incluido en el conjunto
- Akku Set (N.º de prod. 34 969) não contém no sistema de construção por blocos
- Akku Set (cod. prod. 34 969) non inclusa nella scatola di montaggio
- Аккумулятор Akku Set (арт.№ 34 969) не входит в комплект конструктора
- 电池零件(产品号 34 969)不包含在组件中



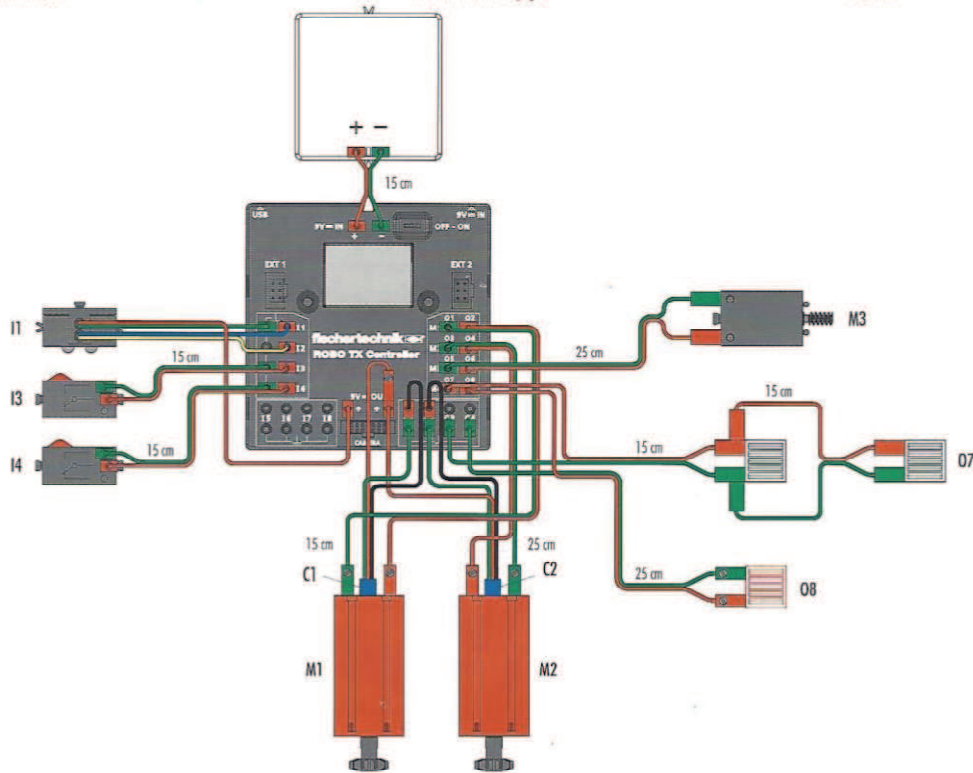


- Informationen zur Programmierung des Modells: Siehe didaktisches Begleitmaterial auf CD-ROM.
- Information on programming model: See related instructional material on CD-ROM.
- Informations concernant la programmation de la maquette : voir le matériel d'accompagnement didactique sur le CD-ROM.
- Informatie over de programmering van het model: Zie het didactisch begeleidend materiaal op CD-ROM.
- Informaciones sobre la programación del modelo: Véase material didáctico adjunto en el CD-ROM.
- Informações sobre a programação do modelo: ver o material didático de acompanhamento no CD-ROM.
- Informazioni sulla programmazione del modello: vedi materiale didattico su CD-ROM.
- Информация о программировании модели: смотрите обучающий сопроводительный материал на CD.
- 有关该模型编程的信息：见 CD 光盘上的指导性说明资料。

Schaltplan
Circuit diagram
Plan électrique

Schakelschema
Diagrama de circuitos
Plano elétrico de ligação

Schema elettrico
Электросхема
电路图



ANEXO B: (montagem do looping)



Versuchsmodell 3	Testmodel 3	Modello sperimentale 3
Model for experiment 3	Modelo de ensayo 3	Модель для опыта 3
Maquette d'essai 3	Modelo experimental 3	实验模型 3

